Приключения великих уравнений

Жизнь замечательных идей - 1

Владимир Петрович Карцев

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

История познания человеком электричества полна неожиданностей и драматизма. Среди «делавших» эту историю мы найдем людей разных профессий: физика, врача, переплетчика, столяра, государственного деятеля. Различны были их судьбы.

В книге читатель встретится с участниками первых кругосветных путешествий, узнает об электрических рыбах, об оживлении людей с помощью электричества… Первое и второе издания книги, вышли в издательстве «Знание» в 1970 и 1978 гг.

Книга рассчитана на массового читателя.

- КАРЦЕВ Владимир Петрович
  - Тетрадь первая. ВРЕМЯ СОЗЕРЦАТЬ
    -
    - Жизнь среди молний
    - Загадка в форме шара
    - Маленькие лоцманы с Бермудских островов
    - Звезды диоскуров
    - Янтарь и магнит
    - Шарлатан или провидец?
  - Тетрадь вторая. ВРЕМЯ ИСКАТЬ
    -
    - Гильберт, придворный врач
    - Новый и страшный опыт Мушенбрека
    - Eripit coelo fulmen scemprumgue turannis[5]
    - Не путать с поэтом того же имени…
    - Гальвани — «воскреситель мертвых»
    - Вольта держит две монеты во рту
  - Тетрадь третья. ВРЕМЯ ЗАДУМАТЬСЯ
    -
    - Аркюэльское созвездие
    - «Этот докучливый умник Ампер»
    - Корабли, компасы, случайности
    - Тайны не разгадывают, их — дарят
    - Безумные дни, или открытие электродинамики
    - Самое великое открытие сэра Гемфри
    - Рождение уравнений
    - Открытие вопреки себе
    - Доказательство последнее — и решающее
  - Тетрадь четветрая. ВРЕМЯ ИЗОБРЕТАТЬ
    -

        - Ученый, открытый в библиотеке
        - «Калиостро или что-нибудь приближающееся» и другие
        - Через океан за двенадцать лет
        - Электричество со знаками «плюс» и «минус»
        - Ждет ли нас нашествие электромобилей?
        - Идея находит изобретателя
        - Планета в поисках энергии
    - Тетрадь пятая. ВРЕМЯ ТВОРИТЬ
        -
        - Впущение червя во яблоко
        - Новые открытия, новые трудности
- notes
    - 1
    - 2
    - 3
    - 4
    - 5
    - 6
    - 7
    - 8
    - 9
    - 10
    - 11
    - 12
    - 13
    - 14
    - 15
    - 16
    - 17

КАРЦЕВ Владимир Петрович

"ПРИКЛЮЧЕНИЯ ВЕЛИКИХ УРАВНЕНИЙ"

или Собрание рассказов и других занимательных историй, касающихся многих вещей — громов, молний, рыб, чудаков, каравелл, спутников, — словом, всего того, что имеет отношение к уравнениям Максвелла

Тетрадь первая. ВРЕМЯ СОЗЕРЦАТЬ

Здесь нужно, чтоб душа
была тверда,
Здесь страх не должен
подавать совета..

Данте

Страх и любопытство пробуждались в наших далеких предках, встречавшихся с электричеством и магнетизмом, каждый раз скрывавшимися под новой, еще более таинственной маской. Но каждая маска была замечена, распознана зоркостью и памятью поколений. В это время электрические явления еще не изучаются — огни святого Эльма, молнии, притягивающиеся кольца и пушинки служат пока объектом пассивного, но пристального созерцания.

Жизнь среди молний

В начале прошлого века знаменитый французский физик, астроном, математик, естествоиспытатель, а также дипломат Доминик Франсуа Араго, сменивший в жизни своей множество постов, начиная с директора обсерватории и кончая членом временного французского послереволюционного правительства 1848 года, написал очень интересную книгу. Название ее, как отмечают многие, напоминает морское проклятие — «Гром и молния», да и содержание — в большей мере — проклятие небесам, насылающим на беззащитное население бесчисленные кары в виде громов и молний. Книга содержит несметное количество фактов, относящихся к разновидностям молний и громов, которых Араго насчитывает сотни — редкая наблюдательность. В книге интересны не только научные факты, но и картина общества того времени, которую Араго вольно или невольно дал.

На широко распространенный призыв Араго к очевидцам-французам сообщать ему о всех случаях грома и молнии он получил гору писем.

Вот что написала великому Араго романтически настроенная госпожа Эспер:

«Все это продолжалось около минуты. Зрелище было так прекрасно, что мне и в голову не пришла мысль об опасности или страхе. Я могла только восклицать:

— Ах, как это прекрасно!

Удар, который я видела, был так силен, опрокинул трех человек», кухарка моя была почти задушена лучом молнии, пролетевшим перед ее окном, привратница уронила из рук блюдо…

Еще один из лучей попал в пансион г-жи Луазо, где ранил одну учительницу.

Я за большую плату не продала бы случая, мне выпавшего, — быть свидетельницей столь восхитительного и чудесного зрелища!»

Отставной полковник был лаконичен:

«Месье Араго, я видел взрыв молнии в виде шара.

Его исчезновение сопровождалось шумом, подобным выстрелу из 36-фунтового орудия, слышимого на расстоянии 25 лье при попутном ветре».

А вот выдержка из письма очень уравновешенного молодого человека:

«…Вдруг посреди улицы блеснула огромная молния, за

которой мгновенно последовал удар, подобный артиллерийскому залпу. Мне показалось, что огромная, с силой брошенная бомба взорвалась на улице. Этот удар не замедлил моей походки. Я только надвинул свою шляпу, которую ветер и сотрясение, произведенные электрическим взрывом, отбросили назад, и шел далее безо всяких приключений до площади Кале».

Впрочем, кажется, за свое спокойствие молодой человек был наказан, так как далее он пишет: «Все ограничилось тем, что желудок мой не мог переваривать пищу в течение двух недель».

Разобраться в грудах астрономических календарей, хроник, легенд, рукописей было под силу лишь действительно великому ученому. Араго удалось систематизировать факты, отделить зерна от плевел, отказавшись от сообщений типа «падал град величиной со слона», и воссоздать первую со времен Ломоносова научную картину природы грозы и ее наиболее драматических проявлений — грома и молнии. Он сделал также весьма ценную для позднейших исследователей попытку «сортировки» молний и громов.

Нужно тут же оговориться, что в попытке классификации молний Араго вовсе не был первым. Древние римляне, например, делили молнии «по предназначению».

Так, у них были молнии: национальные, семейные, индивидуальные.

Кроме того, молнии могли быть: предупреждающие, подтверждающие чью-то власть, увещевательные, зующие, угрожающие и т. п. и т. д.

Считается, что древние довольно правильно оценивали свойства молнии, в частности стремление ее двигаться по металлам. «Особую любовь» молнии к металлам заметил в своей «Метрологии» еще Аристотель: «Случалось, что медь щита расплавлялась, а дерево, его покрывающее, оставалось невредимым».

Другие времена — другие нравы. Наставник императора Нерона философ Сенека писал: «Серебро расплавляется, а кошелек, в котором оно заключалось, остается невредимым». Плиний тоже когда-то заметил, что «золото, медь, серебро, заключенные в мешке, могут быть расплавлены молнией, а мешок не сгорит и даже восковая печать не размягчится».

Издавна известны случаи, когда молнией был причинен значительный материальный ущерб.

В декабре 1773 года разрушено в Бретани 24 колокольни.

14—15 декабря 1718 года в Лондоне молниями разрушены колокольни святого Михаила, обелиск в Сен-Джордж-Филдс, два каменных дома и голландское судно, стоявшее на якоре в Темзе

близ Тауэра.

В январе 1762 года молния ударила в колокольню Бригской церкви в Корнуэлле. Юго-западная башня в результате удара была разнесена на кусочки: один такой «кусочек» весом в полтора центнера был переброшен через крышу церкви на расстояние около 50 метров, другой, поменьше, — на расстояние 400 метров.

18 августа 1769 года молния поразила Сен-Назерскую башню в городе Беосчия (Италия), где хранились все пороховые запасы Венецианской республики — 1030 тонн.

Взрыв был ужален — башня целиком оказалась в воздухе, раздробленная на тысячи обломков, которые каменным дождем упали на город. Приблизительно шестая часть зданий города была полностью разрушена, остальные были в угрожающем состоянии. Погибло более трех тысяч человек.

Все эти случаи, разумеется, вызваны отсутствием громоотвода. Сейчас такого практически не бывает. Специальные меры применяются для защиты от молний общественных и жилых зданий, линий электропередач, кораблей и самолетов. Современные гражданские и военные самолеты весьма часто подвергаются ударам молний.

Удар, яркий сноп света, какое-то гудение; самолет может немного побросать из стороны в сторону и — все. Иногда на крыльях и корпусе остаются небольшие отверстия, прожженные молнией, иногда сгорает антенна, но это уже в самых тяжелых случаях.

Однако считать, что теперь ущербу, вызываемому молнией, пришел конец, преждевременно. Каждый год по вине молний на планете происходит до десяти тысяч крупных лесных пожаров. Гибнут редкие деревья; строевой лес, взращиваемый десятилетиями, гибнет в минуты; гибнут лесные обитатели; прелестные пейзажи, много лет радовавшие людей, превращаются в безрадостные обугленные пространства.

Можно себе представить, какие беды приносила молния в старину, когда не имели ни малейшего понятия о ее сущности и мерах защиты.

Понятия, возможно, и не имели, а защищались, и даже иной раз не так уж малоэффективно.

Конечно, речь идет не о ритуальных плясках и молитвах.

Считается установленным, что древнеримский правитель Нума Помпилий знал о том, что молния «предпочитает» всевозможные острия, интуитивно понимал «молниепроводность» железа и умел делать громоотводы типа тех, которые устраиваются сейчас. Его преемник, Тулл Госгилий, видимо, не был столь искусен и поэтому погиб от молнии — один из многих,

поплатившийся за знание жизнью.

Современным ученым-историкам предстоит проверить, существовала ли когда-нибудь римская медаль с надписью «Юпитер Элиций», на которой будто бы изображен парящий над облаками Юпитер, а под облаками — этруск, пускающий для защиты от Юпитеровых с грел воздушного змея. На другой медали, говорят, был изображен храм Юноны, защищенный сверху остриями.

Немецкий исследователь Кемпфер уверял, что во время грозы японские императоры укрывались в специальном убежище, над которым был устроен большой резервуар с водой.

Император Август надевал на время грозы тюленью шкуру, а пастухи в Севенских горах использовали для защиты змеиную кожу.

Приволжские жители закутывались во время грозы в войлок.

Моряки привязывали к верхушкам мачт обнаженные мечи.

Ктезий Гиндский — один из спутников древнегреческого путешественника и историка Ксенофонта — писал о том, что царь Артаксеркс и его мать Паруз-ата подарили ему два меча: «Если эти мечи воткнуть в землю острием кверху, то они отвращают облака, град и грозы.

Сам царь провел в моем присутствии некоторые опыты, подвергая опасности собственную особу».

Правда, этому свидетельству верили мало, потому что несколькими строками ниже Ктезий повествует о виденном им у того же Артаксеркса колодце А6 локтей в окружности и 100 локтей глубины), который раз в год наполняется чистым золотом в жидком виде.

А вот и вполне достоверные сведения: во времена правления Карла Великого крестьяне устанавливали на полях металлические и деревянные шесты, обязательно с бумажками на них — иначе шесты считались «недействительными» — и защищались таким образом от молнии.

Карл в «Капитулярии 789 года» запретил пользоваться шестами под вполне современным лозунгом «борьбы с суевериями». Наказание за неповиновение было в духе того времени — смертная казнь.

Эти сведения приведены здесь с единственной целью показать, что, хотя электрическая природа молнии стала понятной лишь в относительно недавние времена, люди нащупали все-таки правильные пути защиты от нее: во-первых, хорошо изолироваться (тюленьи и высушенные змеиные шкуры, войлок), во-вторых, дать молнии более удобный, хорошо электропроводящий путь — воткнуть в землю меч или шест,

нанести на крышу и стену храма металлическое покрытие.

> Храм в Иерусалиме за полторы тысячи лет видел немало свирепых палестинских гроз, но ни разу не пострадал от молнии. Крыша его была покрыта кедром, на который нанесен толстый слой позолоты. На крыше были установлены высокие железные колья — чтобы е садились на крышу птицы. Стены также были позолочены, а на паперти были цистерны, куда по металлическим трубам сливалась с крыши дождевая вода. Все основные элементы громоотвода — налицо.

Как могло случиться, что, не понимая явления, люди все-таки сумели найти правильные методы борьбы с ним?

Если отбросить всеобъясняющее предположение о посещении Земли в прошлом космическими путешественниками, то ответ, наверное, можно сформулировать так: правильные решения были найдены «методом проб и ошибок», или, как говорят студенты, «методом тыка» — неэффективные решения отбрасывались, эффективные фиксировались и переходили из поколения в поколение.

Наблюдательность поколений — вот причина правильных решений.

Франклин, вооруженный правильными теоретическими представлениями, смог пройти тысячелетний путь стихийных первооткрывателей за какие-то месяцы.

Загадка в форме шара

В монастырь пришел донос от «попа Иванище» из села Новые Ерги. Было это в 1663 году: «…огнь на землю падал по многим дворам, и на путех, и по хоромам, аки кудели горя, и люди от него бегали, а он каташеся за ними, а никого не ожег, а потом поднялся вверх облак».

Сейчас мы имеем описания шаровой молнии куда более подробные, чем это, одно из первых в русской литературе. Но и теперь они носят романтическую, эмоциональную окраску. Может быть, долго нам придется ждать, когда шаровая молния будет запрятана, покорная, в электрический утюг.

Вот что писал вице-президент Академии наук СССР академик М. А. Лаврентьев в 1963 году, через 300 лет.

> «Интересно было бы выяснить загадку шаровой молнии — любопытнейшего явления природы… Несмотря на попытки ученых объяснить это явление, известное людям уже тысячи лет, шаровая молния так и остается загадкой. Одни считают, что здесь замешан новый вид энергии (кусочек антиматерии), а другие отрицают это. Что таит в себе тайна шаровой молнии? Может быть, еще неведомую область знаний?»

При систематизации молний Франсуа Араго впервые выделил шаровую молнию, до сих пор еще не понятую учеными, в качестве самостоятельного явления. Вот один из первых «портретов» шаровой молнии, при описании которой, по выражению известного французского астронома Камилла Фламмариона, «мы вступаем в мир чудес, более удивительных, чем те, о которых рассказывается в арабских сказках, более запутанных, чем Критский лабиринт, — мир громадный и фантастический». И действительно, первые описания шаровой молнии очень любопытны и при этом не всегда сходятся с описаниями более поздних исследователей.

Так, во время грозы 14–15 апреля 1718 года в Куэньоне близ Бреста были замечены три огненных шара, диаметр каждого из которых был более одного метра.

У доктора Гатье де Клобри, изуродованного шаровой молнией около Блуа, борода оказалась не только сбритой, но и уничтоженной навсегда; она никогда уже более не росла. Доктор долго был болен после этого; голова его распухла до такой степени, что достигла полутора метров (?!) в окружности.

Другие сведения в известной степени повторяют то, что замечают и современные «молниеловы». Мы приведем здесь, с риском утомить читателя, несколько описаний шаровой молнии, выполненных сотни лет назад и в более близкие времена, для того чтобы впоследствии попытаться в них разобраться, разумеется, лишь с той степенью достоверности, которая возможна сейчас, когда загадки шаровой молнии полностью еще объяснены быть не могут даже с помощью весьма ухищренных гипотез.

В марте 1720 года огненный шар упал во время грозы на землю в небольшом французском городке. Отскочив, он поразил каменную башню и разрушил ее.

В 1772 году лондонские священники Уайтхауз и Питкери увидели в своей церкви окруженный черным дымом огненный шар величиной с кулак, который разорвался с грохотом артиллерийского залпа, распространяя вокруг дьявольский запах серы. Питкери был ранен. На его теле, обуви, часах, одежде остались следы, типичные для «обычной» молнии.

Русский ученый Г. В. Рихман был поражен в голову молнией, которая, по свидетельству гравера Соколова, «имела вид шара» (1752 г.).

13 июля 1798 года корабль ост-индской компании «Добрая надежда» сильно пострадал от шаровой молнии, при взрыве один матрос был убит, другой ранен, на палубе произведены серьезные разрушения.

Десятки случаев относятся к «похищению» шаровой молнией драгоценностей и золота.

В 1761 году молния проникла в церковь венской академической коллегии, сорвала позолоту с карниза алтарной колонны и отложила ее на серебряной кропильнице.

5 июля 1852 года в Париже на улице Сен-Жак шаровая молния проникла в камин комнаты, занятой одним рабочим, и выкатилась на пол, опрокинув каминный бумажный экран. Молния походила на котенка средней величины, свернувшегося в клубочек и катящегося без помощи лап. Она подкатилась к ногам рабочего, как бы желая поиграть с ним, — тот в страшном испуге отодвинул тихонько ноги, тогда молния поднялась на уровень его лица. Рабочий, как мог осторожно, отвел голову назад. Шар продолжал подыматься к потолку и направлялся, по-видимому, к тому месту в каменной трубе, где когда-то было пробито отверстие, теперь заклеенное бумагой. Молния отклеила бумагу, не попортив ее, затем по-прежнему тихо-благородно ушла в трубу, где и взорвалась со страшным грохотом и роковыми для трубы последствиями.

10 сентября 1845 года во французском городке Саланьяке на пороге одной из кухонь появился огненный шар. Он, по-видимому, образовался за счет «обычной», перед тем ударившей молнии и проник на кухню через трубу и камин. Женщины, находившиеся на кухне, посоветовали молодому крестьянину, у ног которого оказался шар, раздавить «эту мерзость» и загасить.

Однако юноша этот бывал в Париже, где «электризовался» за несколько су на Елисейских Полях и с тех пор чувствовал уважение к таинственным проявлениям электричества. Поэтому он оставил просьбы и советы товарок без внимания, а шар меж тем выкатился во двор, где и разорвался в соседнем хлеву — там его попыталась обнюхать свинья, отнюдь не знакомая с электрическими материями. Непочтение стоило ей жизни.

Большое число примеров «деятельности» шаровой молнии описывает в своей книге «Атмосфера» Фламмарион. Однако он, по-видимому, смешивает иногда шаровую молнию и падение метеоритов. Результат — неверная трактовка шаровой молнии как явления, в котором обязательно присутствует «весомое вещество». Вот примеры из книги Фламмариона.

10 августа 1880 года в Невере шаровая молния попала в каминную трубу, в которой впоследствии нашли черный камень величиной с кулак, очень легкий и ноздреватый, похожий на губку.

А 25 августа 1880 года во время очень сильной грозы в Париже наблюдатели видели, как из тучи выскочило очень блестящее продолговатое тело около 35–40 сантиметров в длину и 25 сантиметров в ширину с концами, вытянутыми в виде коротких конусов. Это тело было видимо лишь несколько секунд, а затем оно вновь скрылось за тучами, оставив вместо себя небольшое количество какого-то вещества, которое упало на землю вертикально, как бы подчиняясь законам тяготения. При, падении от него отделялись искры или, скорее, красноватые шарики, без блеска, а сзади за ними тянулся блестящий хвост, который, подобно дыму, у самого падающего вещества стоял прямым, вертикальным столбом, и чем выше, тем более становился волнистым. Падая, вещество рассыпалось, понемногу гасло и затем скрылось за домами.

Фламмарион был настолько убежден в том, что подобные примеры говорят в пользу «вещественной» материи молнии, что и сам неоднократно после ударов молний «находил» на камнях, деревьях, домах какие-то остатки смол и непонятных «черных порошков», а то и прямо «раскаленных камушков», занесенных, конечно, молнией.

И в современных описаниях иной раз путают шаровую

молнию с другими, в достаточной мере загадочными атмосферными или оптическими явлениями.

Однако иногда наблюдателям удается не только уверенно распознать шаровую молнию, но и заметить ее типичные свойства, а порой даже суметь оценить ее температуру, энергию и т. д. Приведем эти «счастливые» случаи.

10 сентября 1861 года пассажиры одного из французских поездов заметили на проводе телеграфной линии красный шар величиной с кулак. Добравшись до столба, шар переломил его и исчез.

Июньским днем 1914 года шаровая молния взорвалась на веранде небольшой гостиницы в немецком городе Ганенклее. Звук напоминал пушечный выстрел и сопровождался дребезжанием электрических звонков и порчей электропроводки. Свет погас.

Наконец, весьма интересная маленькая заметка, опубликованная 5 ноября 1936 года английской газетой «Дейли Мейл» в разделе «Письма редактору»:

> «Сэр! Во время грозы я видел большой раскаленный шар, спустившийся с неба. Он ударил в наш дом, перерезал телефонные провода, зажег оконную раму и затем исчез в кадке с водой, стоявшей под окном. Вода кипела затем в течение нескольких минут, но когда она точно остыла, чтобы можно было поискать шар, я ничего не смог обнаружить в бочке.
>
> *У. Моррис Дерстоун, Херфордшир».*

Основываясь на всех этих данных, можно в приблизительных чертах набросать «портрет» шаровой молнии.

Шаровая молния — прежде всего не всегда шар.

Иногда форма ее грушевидная или вытянутая. Размеры — примерно 10–20 сантиметров, иногда до нескольких метров. Цвет от ослепительно белого до оранжево-красного. Не исключены голубые и зеленые оттенки, а также смешанная раскраска. Время существования — от нескольких секунд до нескольких минут.

Есть ли у нас возможности оценить энергию молнии?

Для этого имеются два «свидетельских показания»: одно — из газеты «Дейли Мейл», другое — сообщение пассажиров французского экспресса. В первом случае молния попала в бочку с водой, стоявшую на улице в ноябре. Температура воды, таким образом, может быть грубо определена. Вода была нагрета до кипения, ее было, как выяснилось, около 20 литров, причем некоторое количество — около 4 литров — выкипело. Молния была размером «с большой апельсин», шар не упал с неба, а, как

указывает автор заметки, «спустился». Следовательно, плотность вещества шаровой молнии лишь немного больше плотности воздуха (иногда молнии «плавают» в воздухе — тогда их плотность равна плотности воздуха). Воздух в объеме большого апельсина весит примерно десятые доли грамма. Предположим, что молния весила 1 грамм. Подсчет прост. Какова должна была быть температура тела массой 1 грамм, чтобы оно могло нагреть 20 литров воды с 10 до 100 градусов и испарить 4 литра воды? Расчеты тоже просты. Но тем неожиданней результат. Оказывается, температура такого тела должна составлять несколько миллионов градусов!

Энергия молнии, тоже в соответствии с элементарными подсчетами, оказывается не столь уж колоссальной.

Если температура поражает своей большой величиной, то энергия — скорее своей незначительностью. Она составляет величину порядка 3 киловатт-часов, в переводе на деньги — около 12 копеек. Лишь 12 копеек стоит энергия, содержащаяся в странном, пугающем и непонятном шаре!

Можно подойти, правда, к вопросу об энергии шаровой молнии и с другой стороны. Вспомним для этого телеграфный столб, который переломила молния. Для подрыва столбов диаметром 20 сантиметров с помощью головых шашек используют шашку массой 400 граммов.

Если пойти таким путем, можно оценить энергию молнии как величину энергии, содержащейся в головом заряде.

Примерно такого масштаба разрушения мы и находим в большинстве описаний, касающихся шаровой молнии.

Но вот плотность энергии — величина энергии, приходящаяся на единицу массы шара, у молнии в сотни раз больше, чем у тола, — это уже величина рекордная, не достижимая ни в каких сделанных руками человека сохраняющих энергию устройствах. Аккумулятор, например, в тысячи и тысячи раз менее емок. Грандиозным приобретением для человечества был бы аккумулятор нового типа с характеристиками, подобными свойствам шаровой молнии. Тогда, имея небольшой по массе запас «топлива», самолеты могли бы преодолевать многие тысячи километров без посадки. Космические путешественники, как говорится, и в ус не дули бы, имея такие запасы энергии в своем распоряжении. А городской транспорт! Какого он мог бы достигнуть расцвета, если бы электромобили имели в качестве аккумуляторов что-нибудь, хоть отдаленно напоминающее по аккумулирующим свойствам шаровую молнию! Ведь основное препятствие, из-за которого жители больших городов и по сей день не могут освободиться от шумных и вредных для здоровья

аппаратов — автомобилей с бензиновыми двигателями, — это отсутствие достаточно емких электрических аккумуляторов, ограничивающее скорость и пробег электромобиля без подзарядки.

И эти перспективы, и ущерб, причиняемый шаровой молнией, да и извечная страсть человечества к решению головоломных задач, то и дело встающих на его пути, заставляют нас взвешивать все новые и новые предположения, касающиеся природы шаровой молнии. Такие предположения многочисленны, насчитываются сотнями, и это верный признак того, что мы еще далеки от познания тайны.

Практически любая теория возникновения шаровой молнии содержит в себе некие противоречия, не поддающиеся пока убедительному разрешению. Приведем несколько примеров.

Шаровая молния — это горящие клубки газа (так считал еще Франсуа Араго) или каких-то гремучих смесей, образовавшихся при разрядке «обычной», линейной молнии. Противоречие: в этом случае молния должна была бы быстро «выгореть». Согласно расчетам молния должна была бы исчезнуть через десятые доли секунды, а она иной раз живет целые минуты.

Шаровая молния — это образование, вызванное созданием при ударе обычной молнии газообразных химически активных веществ, которые горят в присутствии катализатора, например частичек дыма или пыли (известный советский физик-теоретик Я. И. Френкель). Но, к сожалению, пока мы не знаем веществ с такой колоссальной теплотворной способностью, которой обладает вещество шаровой молнии.

Шаровая молния — клубок горячей плазмы (немецкий физик А. Мейснер), бешено вращающийся за счет некоего начального импульса, данного сгустку материнской, линейной молнией. Расчеты показывают, однако, что и эта теория не в состоянии объяснить длительного существования шаровой молнии и ее грандиозной энергии.

Известный советский электротехник Г. И. Бабат в первые месяцы Великой Отечественной войны, производя в нетопленой лаборатории эксперименты над высокочастотными токами, неожиданно для себя получил… искусственную шаровую молнию. Когда потенциал между электродами на кварцевой трубке внезапно возрос, из трубки со страшной скоростью вырвалось огненное кольцо, удивительно напоминавшее шаровую молнию.

Бабат разработал на основе этих экспериментов еще одну теорию шаровой молнии, основанную на том, что центростремительным силам, стремящимся разорвать огненный шар на куски, противостоят появляющиеся на большой скорости

вращения силы притяжения между расслоившимися зарядами.

Сразу после войны знаменитый советский ученый П. Л. Капица создал во дворе своей дачи на Николиной горе «Избу физических проблем» — собственную лабораторию, оснащенную несложной техникой, приборами и станками. Здесь он обратился к совершенно новому классу физических задач — созданию мощных, непрерывно действующих генераторов сверхвысоких частот. Предварительно он решил сложную теоретическую задачу о движении электронов в генераторах сверхвысокочастотных колебаний. Ему помогал сын Сергей и один из сотрудников.

Новое устройство П. Л. Капица назвал «ниготроном», два первых слога являются аббревиатурой названия местности, где расположена дача, — Николина гора». Мощность ниготрона получилась довольно большой — 175 киловатт. Это хорошая основа для разработки нового научного направления — электроники больших мощностей.

При одном из испытаний излучение ниготрона пропускалось через кварцевый шар, наполненный гелием. Вдруг вспыхнуло сильное, имеющее четкие границы, свечение.

Через несколько секунд шар в одном месте проплавился, и свечение исчезло.

Это, казалось бы, незначительное событие навело Капицу на мысль о сходстве того, что произошло в кварцевом шаре, с шаровой молнией. Он предположил, что шаровая молния получает энергию «со стороны» — при помощи высокочастотного излучения, возникающего в грозовых облаках после обычной молнии.

(После снятия секретности на Курчатовские работы по управляемому термоядерному синтезу Капица был несколько обижен, что доклад об этом был сначала сделан в Харуэлле, а не в Академии наук, — выявилось некоторое сходство идеи ниготрона с идеей термоядерного реактора. Капица получал горячую плазму при помощи высокочастотных колебаний. Он смог достичь температуры в миллион градусов.)

Шаровая молния — это объемный колебательный контур, решил П. Л. Капица. Сравнив шаровую молнию с облаком, образовавшимся после атомного взрыва и «высвечивающимся» в течение десятка секунд, Капица пришел к выводу, что молния должна высвечиваться в сотую долю секунды. Раз этого не происходит, молния постоянно должна получать энергию со стороны. Молния улавливает радиоволны, возникающие во время грозовых разрядов. Теория изящно объясняет отмечаемое многими исследователями и случайными наблюдателями «пристрастие» молнии к всевозможным трубам и дымоходам —

они являются для молнии волноводами, каналами для передачи энергии. Противоречие — рассказ очевидца из газеты «Дейли Мейл»: молния продолжала испарять воду, уже «утонув» в кадке с водой. А ведь коснувшись воды, молния уже не смогла бы быть объемным резонатором и получать энергию в виде радиоволн. Однако раз вода кипела, значит, энергия откуда-то все-таки поступала.

Шаровая молния, считают многие, — это встреча антивещества, прибывшего из неизведанных далей Вселенной, с веществом, например с пылинкой. Эта широко распространенная гипотеза может объяснить почти все, потому что «подробности» возможной встречи нами пока не изучены и здесь можно предполагать что угодно. Однако остается недоумение: почему шаровые молнии встречаются чаще всего во время гроз? Ведь, исходя из общих соображений, если и попадает на землю антивещество, то попадает оно независимо от того, неистовствует в это время в данной местности гроза или нет. Предположение же о том, что и сами грозы обусловлены антивеществом, пока поддержки не получило.

Шаровая молния устроена проще, чем шариковая авторучка, считает сотрудник Научно-исследовательского института механики Московского государственного университета Б. А. Парфенов. Если в последней — десяток деталей, то в шаровой молнии их всего две — тороидальная токовая оболочка и кольцевое магнитное поле. В результате их взаимодействия из внутренней полости шара выкачивается воздух. Если электромагнитные усилия стремятся разорвать шар, то давление воздуха, наоборот, стремится смять его. Эти силы могут в некоторых случаях уравновеситься, и шаровая молния приобретает стабильность. Ток течет по внешнему кольцу, не затухая в течение нескольких минут. Наличие вакуума препятствует передаче энергии от молнии окружающей среде, поэтому шаровой молнии не требуются какие-нибудь новые, неизвестные источники энергии. Наличие быстро изменяющегося магнитного поля легко объясняет такие, казалось бы, необъяснимые явления, как пропажа колец и браслетов прямо с руки, а также «прощальный шум» — включение в домах электрических звонков, порча телевизоров и радиоприемников. В кольцах и браслетах, становящихся при быстром движении шара как бы вторичной обмоткой трансформатора, наводятся чудовищные токи, и металлы испаряются прямо с руки настолько быстро, что хозяйки этого даже не замечают! По той же причине звонят звонки и портятся приемники и телевизоры.

Не желая вселять в читателей излишний пессимизм, автор не

собирается утверждать, что и эта теория, одна из последних по времени, внутренне противоречива. Он ограничится упоминанием, что и в ней имеются неясности по части источника энергии. А энергия эта очень велика.

По свидетельству Максима Горького, он вместе с А. П. Чеховым и В. М. Васнецовым видел на Кавказе, как «шар ударился в гору, оторвал огромную скалу и разорвался со страшным треском».

Если эту энергию использовать, быть может, удастся создать устройства, которые показались бы сейчас по своим свойствам фантастическими.

Надо сказать, что опыты по приручению шаровой молнии уже ведутся. Американским ученым удалось добиться частичного подтверждения теории П. Л. Капицы, получив в луче радиолокатора и сохранив в течение некоторого времени светящиеся плазмоиды — шарики плазмы. Советским ученым совершенно другим способом тоже удалось получить плазменные сгустки, очень напоминающие шаровую молнию. Однако еще ни разу не удалось получить в этих сгустках неповторимых и в чем-то пугающих свойств настоящей шаровой молнии.

Тем интересней загадка.

Тем желанней ее решение.

Маленькие лоцманы с Бермудских островов

На базальтовых стенах и колоннах древнеегипетских храмов среди бесчисленных изображений ибисов, быков, воинов нет-нет да попадется изображение священной рыбы. Специалисты без труда определили — это нильский электрический сом, близкий родственник хорошо знакомого всем нам европейского сома. Видимо, мощный электрический удар, который получали древние египтяне при соприкосновении с этой рыбой, немало способствовал присвоению ей священного титула.

Электрические рыбы известны человечеству с древнейших времен. Еще Аристотель, гуляя со своими учениками по ухоженному парку, окружавшему Ликей, поведал им, что электрический скат, обитавший в Средиземном море, «заставляет цепенеть животных, которых он хочет поймать, побеждая их силой удара, живущего в его теле».

А древнеримский врач Скрибоний, говорят, небезуспешно излечивал подагру стареющих римских патрициев с помощью освежающего удара электрического угря.

Планомерные исследования электрического ската начались лишь в наше время, когда появилась записывающая импульсы рыб аппаратура. Исследования показали, что среди 300 известных видов электрических рыб лишь немногие дают сильные и редкие импульсы. Так, двухметровый электрический скат способен создать электрический импульс напряжением 50–60 вольт при силе тока до 50 ампер — вполне достаточный, чтобы парализовать рыбу чуть поменьше его самого. Электрические угри, живущие в Амазонке и некоторых других южноамериканских реках, способны развить разность потенциалов 500 вольт — напряжение, опасное для жизни человека.

Известный естествоиспытатель А. Гумбольдт, много путешествовавший в бассейне Амазонки, рассказывал о том, как индейцы охотятся на эту рыбу. Перед охотой они выпускают в водоем, где обитают угри, лошадей. Обессилевшие от множества разрядов угри становятся легкой добычей индейцев.

Зачем рыбам электрический разряд? У тех рыб, о которых мы только что говорили, — для нападения и защиты. Электрическому скату, парализующему свою добычу электрическим ударом, овладеть ею другим способом было бы весьма непросто — ведь рот у него… на брюхе.

Угорь, парализующий лягушку на расстоянии метра, использует свой удар и для защиты от многочисленных врагов, которые были бы не прочь полакомиться его вкусным мясом.

Что представляют собой электрические органы рыб?

В первую очередь это особые мускульные клетки, так называемые электрические пластинки, поразительно напоминающие по схеме соединения и конструктивному принципу электробатареи. У электрического ската эти органы занимают порой четверть тела, у электрического сома — большую часть, а у электрического угря ими не занята разве что голова.

Есть рыбы, электрические органы у которых невелики и как бы «разбросаны» по телу. Да и разряды этих рыб слабенькие: какие-нибудь жалкие вольты, правда, разряды следуют непрерывно. К этим рыбам относятся, например, длиннорылы. Судя по первому впечатлению, электрические органы длиннорылам не нужны — слишком слабы сигналы. Однако многочисленные измерения электрических полей этих рыб выяснили знаменательную вещь: при движении рыб их электрическое поле остается неподвижным, ибо неподвижны те участки тела, которыми это поле создается.

Длиннорылы передвигаются иначе, чем большинство рыб. При перемещении их туловище не совершает столь удобных волнообразных движений — оно остается неподвижным. И это очень важно — рыбы оказались способными даже при движении чувствовать малейшие изменения конфигурации их электрического поля, вызванные, например, другой рыбой. Изменение поля — и немедленная реакция — в атаку! Такие реакции, возможно, вызваны условиями жизни — ведь длиннорылы обычно обитают в мутной воде и вообще видят плоховато. Да и охотятся они, правду сказать, ночью.

Нужно, однако, тут же отметить, что электрические рыбы совсем не монополисты «электрического чувства».

Множество существ может ощущать электрическое поле, что совсем недоступно царю природы — человеку. Кстати, семенные клетки человека, сперматозоиды, согласно сообщениям некоторых ученых, хотя и с трудом, но отличают «плюс» от «минуса». Эта способность, пока еще неподтвержденная, открыла бы гигантские перспективы и гигантские же проблемы — ведь матери с отцом представилась бы возможность по своему произволу выбирать пол ребенка, который должен у них родиться!

На возможность «сортировки» семенных клеток по полу указывает уже широко использующееся в животноводстве свойство спермы, порождающей самцов, двигаться к

положительному полюсу электрического поля, а спермы, порождающей самок, — к полюсу отрицательному. Метод не слишком надежный, но лучше что-то, чем ничего.

* * *

Молодые раки засовывают себе в ухо небольшие камешки; те своим весом воздействуют на волосок — часть органа равновесия рака. Такие же «камешки» есть и у человека — это отолиты — они указывают направление силы тяжести. Однажды исследователи заменили рачьи камешки магнитными опилками. Теперь при поднесении к раку магнита у него проявляется «магнитное чувство» — он располагается в плоскости, перпендикулярной равнодействующей магнитной силы и силы тяжести. Если на барабанную перепонку человека приклеить небольшие кусочки железа, человек начинает воспринимать «на слух» магнитные колебания. Путь к «магнитному чувству»?

Может быть, его можно использовать для глухих? Такие попытки делаются, и некоторые из них небезуспешны.

* * *

А некоторые рыбы обладают прямо-таки удивительной, непостижимой для человека способностью ощущать электромагнитные поля.

Шестое чувство?

Возможно. В США и Канаде для отгона миног от мест скопления мальков, которых миноги бессовестно пожирали, на реках, впадающих в Великие озера, установлены электромагнитные барьеры.

Советский биолог Ю. А. Холодов сумел добиться у некоторых рыб условного рефлекса на постоянное магнитное поле.

Но если уж рыбы способны таким образом чутко реагировать на всевозможные магнитные поля, то не объясняется ли этим их способность ориентироваться в безбрежных просторах океана?

Вот речные угри, пересекающие тысячемильные просторы Атлантики на пути к вожделенным Бермудским островам, где природой начертано им метать икру и… погибнуть после утомительного путешествия и изнурительного акта создания новых жизней. А маленькие угри, вылупляющиеся из икринок, отправляются без чуткого родительского руководства к родным берегам, через те же тысячемильные просторы. Такая же романтическая и загадочная история происходит с лососями, возвращающимися из тихоокеанских вод в устья камчатских и

североамериканских рек.

А птицы? Разве не достойны восхищения их чуть ли не кругосветные перелеты? Как они это делают? Замешан ли тут магнетизм Земли? Исчерпывающего ответа на эти вопросы нет. Но эксперименты ставятся, и в большом количестве. Например, голубям для проверки их способности ориентироваться укрепляли на крыльях сильные магниты, «заглушающие» для птиц магнитное поле Земли. Несмотря на это, сотни голубей уверенно находили свои гнезда. Значит, не магнетизм Земли является той путеводной звездой, которой придерживаются птицы? Тогда что же?

Вообще чувствительность к электромагнитным полям, недоступная человеку, видимо, распространена очень широко. Известны, например, эксперименты над мухами, которые всегда совершали «взлет и посадку», сообразуясь с направлением магнитного поля. Садовые улитки — идеальный объект для наблюдений вследствие их рассудительности — тоже свершали свой неторопливый путь с учетом направления магнитного поля. Простейшие существа инфузории прекрасно ориентируются в электрическом поле.

Растения ощущают как электрическое, так и магнитное поля. Влияние этих полей на растения до сих пор еще тщательно изучается. Проводится, например, такой опыт. Растение помещается в сильное электромагнитное поле. Уже через несколько минут вместо цветущего растения — мертвый стебель с увядшими листьями. В другой раз тот же опыт дает результат прямо противоположный — растение начинает быстро расти и в конечном итоге дает урожай, в пять раз больший обычного…

Еще опыт. По поверхности почвы пропускают ток.

Растения быстро засыхают. Но некоторые превращаются в гигантов: редис диаметром 13 сантиметров, морковь диаметром 30 с лишним сантиметров весом в 5 с лишним килограммов…

Нет сомнений, что человек овладеет в конце концов этими секретами. Гуго Гернсбек, автор когда-то знаменитого фантастического романа «Ральф 124 С41+», описывает сельскохозяйственное производство эпохи, отделенной от нас с вами сотнями лет:

«Было темно, но пшеничное поле, раскинувшееся вокруг на несколько миль, светилось слабым пурпуровым сиянием. При этом слышался звук, похожий на потрескивание или легкий шелест. Колоски пшеницы казались светящимися.

— Так выглядит ночью поле под электрическим током, — сказал Ральф. — Днем слабые разряды не видны, в темноте возникает свечение. Один из полюсов высокочастотного

генератора соединен с почвой, другой — со стальными переплетами крыши теплицы. Без помощи электричества мы не могли бы выращивать более двух или трех урожаев пшеницы в год».

Звезды диоскуров

И еще одно электрическое явление заметили наши древние предки — огни святого Эльма, или звезды Диоскуров. Их называли по-разному: в Португалии — Корпо-Санто, в Англии — Кома-Санто, в странах, лежащих в бассейне Средиземного моря, — огни святого Николая или святой Клары. Но это уже позже. А раньше были добрые и злые звезды: добрые — звезды Кастора и Поллукса (Полидевка), по имени легендарных близнецов Диоскуров, и зловещая звезда святой Елены.

Первые упоминания об этих явлениях находим в «Комментариях Кесаря» — книге о войне африканской, где Юлий Цезарь писал, что «в одну из ночей железные острия копий пятого легиона казались огненными».

Римский философ Луций Анней Сенека две тысячи дет назад описал, как во время гроз сошедшие с неба Звезды, словно птицы, садятся на мачты кораблей на радость морякам — это считалось хорошим предзнаменованием. Но «добрыми» были только парные огни — звезды Кастора и Поллукса. Если загоралась только одна звезда — звезда Елены, — это считалось дурным предзнаменованием.

Тит Ливии писал, что из дротика, которым один из военачальников вооружил только что вступившего в ряды воинов сына, в течение двух с лишних часов исходил огонь, не сжигавший деревянных частей.

Плиний тоже неоднократно замечал звезды Диоскуров на копьях часовых.

Вот что пишет сын Христофора Колумба: «*Моряки перестают бояться бури, когда показываются огни святого Эльма. В 1493 году, в октябре месяце… ночью, при сильной грозе и проливном дожде огни святого Эльма показались на мачте в виде семи зажженных свеч. При виде этого чудесного явления весь экипаж стал молиться и петь благодарственные гимны*».

Спутник Магеллана Геррера также свидетельствует о суеверном отношении матросов к этим явлениям: «Когда во время бури на мачте показывались огни святого Эльма, иногда в виде одной свечи, иногда в виде двух, матросы плакали от радости». Видимо, не знали матросы, что при одной «свече» они были свидетелями огня святой Елены, который в согласии с более старыми суевериями предвещал беду.

В книге Фламмариона «Атмосфера» описывается встреча с особенно сильными огнями святого Эльма на траверсе Балеарских островов: «Вдруг наступила страшная темнота — гром

и молнии появились невиданные.

* * *

Пшеничные зерна, выросшие из семян, прошедших обработку коронным электрическим разрядом, весят больше и содержат больше белка. Казахстанские биологи утверждают, что эти свойства сохраняются и на следующий год.

* * *

Опасаясь бури, я спустил все паруса. Тогда мы увидели в разных местах корабля более тридцати огней святого Эльма. Тот, который находился на флюгере мачты, был более полутора футоз в длину. Я послал матроса, чтобы снять его. Влезши наверх, матрос крикнул нам, что огонь шипит, как ракета из сырого пороха.

Я велел снять его вместе с флюгером и принести вниз.

Но как только матрос снял флюгер, так огонь перескочил на конец мачты, откуда снять его было уже невозможно.

Он там оставался некоторое время, а затем исчез понемногу».

И еще много таинственных появлений «огней Диоскуров» запечатлели древние и недавние летописи. Много раз появлялись они, пугающе непонятные, прежде чем удалось выяснить их истинную природу — родственную природе столь непохожего явления, как молния. Да и что такое звезды Диоскуров, огни святого Эльма, как не электрический разряд, но разряд не внезапный, бурный, громовой, а разряд тихий, тлеющий, как бы стекающий с металлических остриев.

Приручить этот разряд оказалось не менее сложным делом, чем приручить молнию. Но тем приятнее победа.

Сейчас коронный разряд, таинственные «огни Диоскуров», несет свою скромную вахту, например, в заводских трубах. Там таинственное явление служит полезному делу — улавливанию дымовых частиц — и служит неплохо: лишь одному проценту несгоревшего топлива удается избежать поимки в электрическом поле, создаваемом тонкой проволочной сетью.

В космический век коронный разряд находит себе и новое применение — он является источником силы, «подталкивающей» космический корабль в глубинах мирового пространства: стекающие с острия заряды оказываются новым космическим топливом. Звезды Диоскуров, созданные человеческим гением, начинают сиять в ночном небе…

Янтарь и магнит

Разговаривая с бедным свинопасом по имени Эвмей, Одиссей попросил его рассказать свою историю. И тот поведал: не свинопас он, а сын царский, родом с острова Сира, «что необильно людьми населен, но удобен для жизни», и украден он и продан в рабство купцами из далекой Финикии. Как-то их корабль пристал к острову, и нянька царевича, финикийская рабыня, решила бежать с купцами на родину. И «…когда изготовился в путь их натруженный корабль, ими был вестник о том к финикийской рабыне отправлен… В дом отца моего на показ он принес ожерелье: крупный электрон, оправленный в золото с чудным искусством».

Электрон — обработанный кусок янтаря — овладел вниманием царского двора, и финикийская рабыня, прихватив Эвмея и пару золотых кувшинов, сбежала на корабль.

Чем привлекал янтарь? Теплый камень удивительной красоты, содержащий иногда внутри себя диковинных маленьких насекомых, обладал одним необычным, располагающим к философическим построениям свойством — он мог притягивать! Он притягивал пылинки, нити, кусочки папируса. И именно этим свойством определялись в древности названия янтаря у разных народов.

Так, греки назвали его электроном — притягивающим к себе; римляне — харпаксом, что означает грабитель, а персы — кавубой, то есть камнем, способным притягивать мякину.

Говорят, это свойство янтаря открыто дочерью Фалеса из Милета. Вряд ли! Оно, видимо, было известно еще раньше и повсеместно. Так, А. Гумбольдт, побывавший в конце прошлого века у незатронутых цивилизацией индейцев в бассейне реки Ориноко, мог убедиться в том, что им известны свойства янтаря. Янтарное веретено светлокудрой — лишь красивая древняя сказка.

Сказки сказками, а дотошные историки могут сейчас уверенно сказать, какую пользу извлекали наши древние да и не столь древние предки из окаменевшей миллионнолетней смолы: янтарь считали действенным лекарством, косметическим средством. Янтарные ожерелья, янтарные четки — это защита от дурного глаза, от напасти, от болезней. Видимо, поэтому столь часты на картинах старых фламандцев изображения кормящих мадонн с янтарными ожерельями.

* * *

Интересно, что арабское название электрического ската — «раад», что значит «молния». Вряд ли это случайно. Вряд ли случайно и то, что имя Электра у Эврипида и Гомера дано женщине с характером пылким, «молниеносным». А связь между словами «электрон» — янтарь и именем Электра несомненна.

* * *

Так использовался янтарь, камень полезный и таинственный, известный уже тысячи лет — столько же, сколько известен и другой таинственный камень — магнит.

Природные магниты, попросту говоря, кусочек магнитного железняка — магнетита (химический состав: 31 % железа и 69 % кислорода) не везде назывались магнитами. В разных странах магнит называли по-разному, но большая часть всех этих названий магнита переводится как «любящий», «любовник». Так поэтичным языком древних описано свойство кусков магнита притягивать железо.

Название «магнит», как утверждает Платон, дано Еврипидом. По другой, значительно более красивой и известной, но менее правдоподобной притче Плиния, название дано в честь сказочного волопаса Магниса, гвозди сандалий и железная палка которого прилипали к неведомым камням.

По иным сведениям, слово «магнит» происходит от названия провинции Магнезия (сейчас Манисса), жителей которой звали магнетами. Так утверждает Тит Лукреций Кар в своей поэме «О природе вещей». Русский путешественник В. А. Теплов, посетивший Магнезию в 80-х годах прошлого века, утверждал, что на горе Сипил до сих пор встречаются образчики этого камня, а сама гора давно известна частыми ударами в нее молний (этим же славилась и гора Магнитная на Урале, почти целиком состоявшая из магнетита).

Наиболее распространенная из сказок о чудодейственной силе магнита, вошедшая в «Сказки тысяча и одной ночи», заимствована у Плиния, который утверждал, что в Эфиопии существует гора Зимир, вытягивающая из кораблей все гвозди и железные части.

* * *

А откуда янтарь? Что он такое? Не слезы ли это сестер Фаэтона — прекрасных Гелиад? Вспыльчивый сын бога Солнца Гелиоса и Океаниды Климены Фаэтон решил доказать своим сомневающимся сестрам, что он — истинный бог. Выпросил он у отца солнечную колесницу, помчался на ней по небу. Но не послушались

огненные кони, бессмертные, как боги, кони рванули… С ужасом наблюдал Фаэтон, как летят они, и мир содрогался, видя свою близкую огненную смерть.

Видел это Гелиос, хмурил брови, видел это Зевс-громовержец, метнул страшную молнию в несчастного храбреца, убил его и спас тем самым мир. От горя застыли стройными тополькими прекрасные сестры Фаэтона Гелиады, застыли янтарными гроздьями их девичьи слезы…

* * *

Идут караваны по бескрайним гобийским пескам. Направо, налево, куда ни кинь взор, — унылые желтые барханы, изредка подкрашенные пятнами пыльно-зеленой колючки. Солнце закрыто желтой пеленой пыли. Далек путь из императорских пагод на берегах Янцзы до кушанских дворцов. Трудно пришлось бы путникам, если бы не было в караване белого верблюда с его бесценным грузом. Защищенный деревянной резной клеткой, меж горбами белого верблюда совершал путь через пустыню глиняный сосуд, в котором на пробке плавал в воде небольшой продолговатый кусок намагниченного железа. Края сосуда были выкрашены в четыре цвета.

Красный обозначал юг, черный — север, зеленый — восток и белый — запад. Глиняный сосуд с кусочком железа в нем был примитивным древним компасом, указывающим караванщикам путь в бескрайних песках.

Мастера-реставраторы уже сейчас могут точно сообщить, как выглядели древние компасы, компасы, которым сегодня исполнилось бы 3000 лет. Страницы древних летописей полны описаний битв, победу в которых воинственные императоры одерживали благодаря «волшебным колесницам» — своеобразной модификации компаса. В этих же летописях встречаются описания магнитных ворот, через которые не мог пройти недоброжелатель с оружием, магнитных мостовых и прочих применений магнитного камня «чу-ши», попросту — магнита.

Китайский фольклорист Су Матзен собрал много лет назад библиотеку старинных летописей. Вот сведения из них, относящиеся к магнитам.

Император Хуанг Ти, живший за 2000 лет до Су Матзена, в густом тумаке напал на противника с тыла и разбил его. Ориентироваться в тумане Хуангу Ти помогли установленные на повозках фигурки с вытянутой рукой, всегда показывавшей на юг.

Император Чеу Кун решил отблагодарить послов далекого Юе-Чана (Вьетнама) за знаки внимания и дружбы, выразившиеся

в виде приношения ему белых фазанов, и подарил им пять дорожных колесниц, устроенных так, что резной человечек на них всегда указывал на юг. Послы Юе-Чана отправились в путь на этих колесницах, достигли берега моря, миновали города Фх-Нам и Лин-Н и год спустя прибыли к себе на родину.

* * *

> Магнитное железо считалось в старину, по-видимому, особенно прочным. Так, миф повествует устами Эсхила и Гесиода, что из материала «адамас» были выкованы цепи Прометея и шлем Геракла.

* * *

Возможно, что в этих легендах, относящихся к 1100 году до н. э., содержится первое упоминание о компасе, то есть полезно использованном магните.

Видимо, в дальнейшем секрет изготовления магнитных колесниц с югоуказателем затерялся, поскольку в V веке «император Тай Ву Ди династии Вей приказал Куо Ченг Мингу построить такого рода колесницу. Он работал в течение целого года, но безуспешно. Тогда император поручил это дело Ма Ио, которому действительно удалось ее соорудить. За это Куо Ченг Минг отравил его ядом перьев птицы чин. Конструкция Ма Йо была признана превосходной».

Неизвестно, была ли конструкция Ма Йо идентичной более ранним конструкциям.

Но даже в том случае, если по причинам научной строгости нельзя древнюю легенду причислить к первым упоминаниям о магнитном компасе (мало ли на каком принципе, может быть, не известном и по сей день, работали эти югоуказатели!), жителям Древнего Востока все равно нужно отдать дань за первое полезное использование магнита. Так, в энциклопедии 121 года Гуи Чин впервые описывает и магнит и магнитную иглу. В летописи XI века прямо повествуется о том, что «предсказатели натирают конец иглы магнитным камнем, чтобы придать ей свойство показывать на юг».

Эти обстоятельства не смогли помешать итальянцам построить в Неаполе памятник жителю города Амальфи Флавио Джойя, который, по их мнению, изобрел магнитный компас в 1302 году. О том, что Джойя не был первым, говорят хотя бы упоминание о компасе монаха ордена святого Альбана в 1187 году, стихи поэта Гюйо Прованского, написанные в 1206 году, и размышления Пьера Перегрина, датируемые 1269 годом.

Однако красивая легенда о Флавио Джойя, изобретателе компаса, до сих пор живет у итальянцев.

…Давным-давно, когда город Амальфи стоял, как и Венеция, на море, жил в нем Флавио Джойя, ювелир и инкрустатор. Он был беден и весел, а кроме того, любил черноглазую красавицу Анджелу, дочь богатого рыбака Доменико.

Рыбак Доменико не хотел, чтобы дочь вышла замуж за «сухопутного» Джойя, и поставил перед Флавио желое условие — научиться плавать по прямой линии в тумане и в ночи. Ясно, что это условие невыполнимо.

Но Флавио был не из тех, кто унывает. В работе для инкрустирования маленькими кусочками железа он использовал магнитный камень. Как-то Флавио заметил, что, если положить этот камень на кусочек пробки, плавающей в воде, он поворачивается всегда в одну сторону.

Так, по легенде, Флавио изобрел компас.

Через месяц он женился на красавице Анджеле.

Флавио получил Анджелу, рыбаки получили компас…

Если подходить к поэтическому эпизоду с исторических позиций, может быть, следует предположить, что хотя Джойя и не изобрел компас, но по-видимому, именно он дал компасу его современный вид, снабдив диском с делениями — картушкой.

С помощью этого компаса были сделаны большие географические открытия, он был для моряков поистине даром провидения. Направляемые острием компаса, капитаны вели свои корветы, фрегаты и бригантины к благоухающим туберозой континентам, к зелено-желтым лагунам и к таинственным островам сокровищ…

Плиний писал, что александрийский архитектор Хинократ начал делать свод храма Арсинои из магнитного камня для того, чтобы железная фигура Арсинои висела в воздухе; этот замысел не был, по-видимому, осуществлен из-за смерти Хинократа и брата Арсинои Птолемея, который, как сейчас бы сказали, «финансировал» это предприятие.

В этой связи представляет интерес заметка, промелькнувшая несколько лет назад в журнале «Юность». В ней сообщалось, что на выставке молодых архитекторов и скульпторов идея «Храма Арсинои» вновь обрела своих защитников — несколько молодых авторов представили проекты памятников с использованием магнитных сводов, безусловно, гораздо более мощных, чем свод Хинократа.

Магниты всегда были опутаны плотным мистическим ореолом, о них слагались стихи, им приписывали невероятные свойства.

Считалось, что магниты созданы на погибель людям злыми демонами, что они созданы на пользу лишь ворам, поскольку с их

помощью можно легко отпирать замки и запоры.

Из магнитов изготовлялись многочисленные «любовные напитки», которые во всяком случае были не менее действенны, чем все другие снадобья подобного рода.

Как утверждал средневековый схоласт Марбодей, любовные напитки «на базе» магнита вполне могли примирить мужей с женами и вернуть сбежавших жен.

Магнит был весьма популярен у средневековых фокусников.

Самым распространенным иллюзионным номером были когда-то так называемые «послушные рыбы». Их изготовляли из дерева. Они плавали в бассейне и повиновались малейшему мановению руки фокусника, который заставлял их передвигаться во всевозможных направлениях. Секрет фокуса был чрезвычайно прост: в рукаве у фокусника был спрятан магнит, а в головы рыб были вставлены кусочки железа. Один из вариантов этого фокуса вы можете приобрести в «Детском мире» — игру «Удильщик». Другой современный вариант — небольшие, но сильные магниты, иногда используемые для извлечения предметов со дна водоемов.

Несколько лет назад группа искателей приключений опустила такой магнит со своей лодки, совершавшей рейс вблизи Багамских островов. Внезапно лодка резко затормозила. Аквалангисты, исследовавшие дно в месте остановки, обнаружили, что магнит притянулся к якорю испанского галиона, потопленного пиратами у Багамских островов в XVII веке. При обследовании корабля аквалангисты обнаружили сундук с золотом и столовым серебром, предназначенным для богатых домов Нового Света.

Подобные же магниты используются учеными для поисков следов древних цивилизаций. Ученые-криминалисты применяют средства, основанные на магнитных материалах.

Если вернуться к фокусам, то более близкими к нам по времени были манипуляции англичанина Джонаса.

Его коронный номер: Джонас предлагал кому-нибудь из зрителей положить часы на стол, после чего, не прикасаясь к часам, он произвольно менял направление стрелок. Фокус, естественно, проводился с помощью магнита. Современным воплощением такой идеи являются хорошо известные электрикам электромагнитные муфты, с помощью которых можно вращать устройства, отделенные от двигателя преградой, например стеной.

До сих пор вызывает восхищение трюк, который проделывал в своем «Храме очарований, или механическом, оптическом и физическом кабинетах господина Гамулецкого де Колла, известный русский иллюзионист Гамулецкий. Его «кабинет»,

просуществовавший до 1842 года, прославился, помимо всего прочего, и тем, что посетители, поднимавшиеся по украшенной канделябрами и устланной коврами лестнице, еще издали могли заметить на верхней площадке золоченую фигуру ангела, выполненную в натуральный человеческий рост, парившую в горизонтальном положении над дверью кабинета. В том, что фигура не имеет никаких подпорок, мог убедиться всякий желающий. Когда посетители вступали на площадку, ангел поднимал руки, подносил ко рту валторну и «играл на ней, шевеля пальцами самым естественным образом».

«Десять лет, — говорил Гамулецкий, — я трудился, чтобы найти точку и вес магнита и железа, дабы удержать ангела в воздухе. Помимо трудов, немало средств употребил я на это чудо».

По-видимому, роль атрибута иллюзионистов как нельзя более подходила таинственному «исчадию ада» — магниту.

В свое время было предложено множество объяснений того, почему магнит и железо испытывают друг к другу столь постоянную привязанность.

Философ-идеалист Платон писал, что «ввиду того, что не бывает никакой пустоты, эти тела со всех сторон толкают друг друга, и когда они разделяются и соединяются, все, обменявшись местами, переходят на свое обычное место. Вероятно, те, кто произведет правильное исследование, придут в изумление от этих запутанных взаимоотношений». Что и говорить, взаимоотношения непростые. Видимо, сам Платон это прекрасно понимал, поскольку дает комментарии, суть которых кратко сводится к следующему: «Вообще все от бога». Что же касается «запутанных взаимоотношений», то здесь Платон оказался удивительно дальновидным. Последующие открытия убедили ученых в том, что природа магнетизма неизмеримо сложнее механистических представлений Древних.

Знаменитый философ Эпикур дает следующее объяснение: фигуры атомов и неделимых тел, истекающих из камня, так подходят друг к другу, что легко сцепляются между собой: ударившись о твердые части камня и железа, а затем, отскочив в середину, они одновременно и сцепляются друг с другом, и влекут железо.

Последователь Эпикура, поэт и философ Тит Лукреций Кар в своей поэме «О природе вещей» дает рифмованное толкование взглядов своего учителя. Мы приводим ниже несколько затянутую цитату из Лукреция ввиду ее исключительной ценности. Ведь этим гекзаметрам уже более двух тысяч лет!

Мне остается сказать, по какому закону природы
Может железо притягивать камень, который
Греки «магнитом» зовут по названию месторожденья,
Ибо находится он в пределах отчизны нагнетов.
Этому камню народ удивляется, ибо нередко
Цепью звено к звену, от него исходя, повисает.
Можно ведь видеть порой, что, качаясь от тихого ветра,
Пять или больше таких свободно спускается звеньев.
Все они вместе висят и, одно к одному прилепляясь,
Камня силу и связь друг от друга тогда испытуют:
Так его сила всегда беспрерывным вливается током…
Прежде всего из магнита должны семена выделяться
Множеством или же ток истекать, разбивая толчками
Воздух, который везде между камнем лежит и железом.
Только что станет пустым пространство меж ними, и много
Места очистится там, как тотчас же, общею кучей
Первоначала туда стремглав понесутся железа;
Следом за тем и кольцо устремляется всем своим телом…
Вовсе не надо тебе удивляться, что ток из магнита
Не в состоянии совсем на другие действовать вещи:
Частью их тяжесть стоять заставляет, — как золото, — частью
Пористы телом они, и поэтому ток устремляться
Может свободно сквозь них, никуда не толкая при этом;
К этому роду вещей мы дерево можем причислить.
Среднее место меж тем и другим занимает железо…
Вещи, в которых их ткань совпадает взаимно с другою,
Так, что где выпуклость есть, у другой оказалась бы там же
Впадина, — эта их связь окажется самою тесной
Есть и такие еще, что крючками и петлями будто
Держатся крепко, и этим друг с другом сцепляются вместе.
Это скорее всего происходит в железе с магнитом…

Эти строки являются, пожалуй, к концу второго тысячелетия нашей эры наиболее успешной попыткой объяснения природы магнитных явлений, хотя и очень наивной. Все остальные попытки сводились к предположению существования у магнита божественной «души», что позволяло не думать о дальнейших доводах в защиту гипотезы.

Шарлатан или провидец?

Здесь наше повествование наталкивается на некоторые трудности, связанные с описанием судьбы человека необычного, бесспорно, высокоодаренного, хотя он и не смог добиться признания на вожделенном поприще. До сих пор не умолкают споры вокруг его имени, которое возносилось порой так высоко, как в другое время горячо предавалось анафеме. Речь пойдет о Фридрихе, или, как его чаще называют, Франце Антоне Месмере, первом человеке, которому удалось экспериментально исследовать соотношение двух столь тонких неясных субстанций, как человеческий организм и электромагнитное поле.

Месмер родился в 1734 году в маленьком австрийском городке Ицнанге. Он долго не мог найти себя. Мечтал стать великим музыкантом. Потом — философом. Потом — адвокатом. Он умер великим врачом, признанным друзьями и противниками. Но главное его открытие так и не было понято современниками.

После окончания медицинской школы при Венском университете Месмер женился на богатой вдове. Удовлетворенные теперь материальные потребности вызвали к жизни расцвет потребностей духовных — Месмер посвятил себя искусствам, в особенности музыке. Его друзья — Гайдн, Глюк, Моцарт — всячески помогали ему.

Однако Месмер не стал великим музыкантом. Ему пришлось вернуться в конце концов к карьере врачебной.

Той единственной, в которой он стал Францем Месмером, основателем многочисленных школ «месмеризма», «гипнотизма» и пр.

28 июля 1774 года — день, оставшийся в жизнеописаниях Месмера. В этот день он вернулся к врачебной практике и сразу же наткнулся на непонятный для него случай. Его пациентка фрейлейн Эстерлайн, страдавшая от головных болей, судорог, частичного паралича, бредовых состояний, непрерывных рвот, не получала облегчения ни от одного из предписывавшихся ей Месмером лекарств. И врач решился на эксперимент, основанный лишь на преклонении Месмера перед теориями Теофрастуса Бомбастуса Гухенгеймского, называемого чаще Парацельсом.

Утверждали, что Парацельс обладал секретом вечной молодости и нашел философский камень, превращавший обычные металлы в золото. Эти слухи, впрочем, несколько противоречат фактам из биографии Парацельса, говорящим о том, что однажды он бежал через окно от разгневанной квартирной хозяйки, которой задолжал за проживание. Да и умер

он, не дожив до пятидесяти лет.

Но Парацельс был поистине великим врачом, смело использовавшим и столь же смело опровергавшим опыт древнейшей медицины. Среди идей Парацельса Месмера особенно привлекала одна — всемерно использовать при лечении болезней магниты.

Как только у Эстерлайн начался очередной приступ, Месмер наложил ей на грудь несколько сильных магнитов. Последствия были ужасными — фрейлейн забилась в бешеных судорогах. Через несколько мгновений, однако, приступ окончился, хотя обычно он продолжался часами.

Во время следующего приступа Месмер уже смело использует магниты. Через несколько сеансов пациентка выздоровела, и Месмер имел возможность показать свой способ лечения известному ученому, члену Королевского общества в Лондоне Яну Ингенхаузу. Член академии был весьма доволен увиденным, что, впрочем, не помешало ему опубликовать о методе Месмера ругательную статью.

Месмер, однако, вовсе не был обескуражен таким приемом у академических ученых. Он открыл клинику, куда со всех сторон стекались истеричные женщины, жаждущие лечения. Месмер даже придумал стройную, на его взгляд, теорию «животного магнетизма», которая легко и просто объясняла причины заболеваний и рекомендовала способы их лечения. По этой теории вся Вселенная и все живые организмы пропитаны «магнетическим флюидом», правильный ток которого в теле человека и определяет его отменное здоровье. Любое нарушение сказывается в том, что течение магнитных линий искажается, в нем проявляются не предусмотренные идеальной схемой омуты и водовороты. Для исправления положения, подгонки его к идеальной смехе и следует применять магниты, которые способны направить магнитный флюид по нужному руслу.

Теория получила некоторое признание, и у Месмера появились приверженцы и последователи. Так, эдинбургский врач Джеймс Грахам открыл в 1780 году в Лондоне оздоровительное заведение под пышным названием «Замок здоровья», провести ночь в котором стоило 100 фунтов стерлингов — бешеные по тем временам деньги.

Эта «входная плата» позволяла пациенту проспать ночь в «Звездной постели» — диковинном ложе, поддерживаемом с помощью сорока намагниченных колонн и увенчанном фигурами Амура и Психеи, под звуки ненавязчивой музыки, в ритме которой кружились неподалеку танцовщицы.

Венский кабинет Месмера не мог идти ни в какое сравнение с

«Замком здоровья». Впрочем, и с кабинетом, и с клиникой Месмеру вскоре пришлось распрощаться.

Все началось с того, что в число пациенток Месмера попала восемнадцатилетняя фаворитка императрицы Марии Терезы, названная в честь нее Мария Тереза Парадис, слепая с четырех лет. Лечение «магнетизмом» принесло плоды. Слепая прозрела. Однако комиссия медицинского факультета Венского университета нашла, что она не излечена, а возвращение зрения ей лишь внушено. Фактом остается то, что девушка опять ослепла.

Разразившийся при императорском дворе скандал вынудил Месмера собрать, как некогда поступил Парацельс, пожитки и покинуть родину и свой кабинет на Загородной улице, 261.

Некоторое время он скитался по Швейцарии, по Баварии и через год с лишним обосновался на Вандомской площади в Париже, еще не украшенной тогда знаменитой колонной. В своей клинике Месмер оборудовал удивительное устройство «бакэ» — чан из дубовых досок, в котором размещены бутылки с «намагниченной водой».

Из бутылей, в свою очередь, радиально расходились от чана железные прутья, призванные донести «магнитный флюид» до пациента. Курс лечения проводился при приглушенном свете и мягкой музыке. Сам Месмер одевался в фиолетовую тогу и, плавно взмахивая жезлом, скользил вдоль круга своих пациентов, пристально вглядываясь в их глаза. Обычно после таких сеансов пациенты утверждали, что им стало лучше.

Мода на Месмера с невероятной скоростью захлестывала Париж. В числе его пациентов было много влиятельных людей, известных писателей и аристократов.

Золото текло к Месмеру рекой. Основными же его пациентками были восхищавшиеся его мужественной внешностью и манерами дамы из высшего света, страдавшие истерией.

Однако полное благополучие невозможно — и неприятности не заставили себя ждать. Группа членов Парижской медицинской академии прошла один из курсов лечения Месмера и заявила, что никто из них не почувствовал ничего, кроме нервного опустошения и болей в области желудка. Кроме того, все они публично осудили Месмера и даже изгнали (или чуть не изгнали) из своей среды профессора, вздумавшего защищать Месмера.

Тогда Месмер решил придать своим работам солидность научных исследований. Для этого он поселился на Монмартре (тогда это был бедный район) и стал лечить пациентов, принадлежащих по большей части к бедным слоям Парижа. Но в смысле техники он пошел гораздо дальше — он «намагничивал»

теперь уже целые деревья, парки и леса. Он опять приобрел авторитет, но не там, где ему хотелось бы, хотя в числе активных поклонников Месмера оказались сам король Людовик XVI и королева Мария-Антуанетта. Вскоре, правда, они начали охладевать к Месмеру и поручили Академии наук и медицинскому факультету проверить действенность его лечебных методов.

В комиссию по проверке вошли весьма известные лица: в первую очередь Бенджамен Франклин (не удивляйтесь, этот знаменитый ученый был в то время американским послом в Европе); Антуан Лавуазье — человек, открывший кислород; Жан Байи, астроном, а также некий доктор Ж. Гильотен, изобретатель приспособления, позже названного его именем. По иронии судьбы нескольким членам этой комиссии, в частности Лавуазье и Байи, была уготована судьба на себе проверить действенность гильотины. То же, впрочем, относится и к ее изобретателю, доктору Гильотену — редкий случай, когда автору дается с такой исчерпывающей полнотой испытать свое изобретение! Впрочем, и организаторам комиссии — Людовику XVI и Марии-Антуанетте тоже пришлось впоследствии, во время революции, познакомиться с этим устройством.

Но мы отвлеклись, и поэтому сразу же перейдем к решению, вынесенному комиссией:

«Все определяется самим человеком, магнетизирующим пациентов. Если к каждому следующему появлению магнетизера они лежали полностью истощенными, то взгляд или голос магнетизера вскоре выводят их из этого состояния. Здесь, несомненно, действует некая сила, сила, управляющая действиями человека и подчиняющая их себе. Это — сила самого магнетизера».

Этот правильный вывод, однако, был побочным и упомянут вскользь. Главная же задача комиссии — опровергнуть существование «животного магнетизма». Вывод был категоричным: никакого животного магнетизма не существует. Человеческому организму магнетизм не свойствен. Все достигнутые Месмером эффекты определяются силой внушения, причем последствия их, по мнению комиссии, ужасны — больных впоследствии ждет суровая участь. Их ждут конвульсии, уродливое потомство. Академия запретила своим членам практиковать месмеризм.

Решение комиссии крайне интересно и с точки зрения иллюстрации неумолимых законов диалектики. Было ли это решение правильным? Для своего времени — да. То было время быстрого развития науки. Вера в возможность полного и

окончательного познания всех явлений владела членами комиссии. И они не хотели признавать ничего такого, что нельзя было бы измерить, пощупать, объяснить, доказать с помощью известных им опытов.

Поэтому лишь некоторые выводы комиссии, имевшие для нее частный характер, остались правильными и по сей день: магнит действует прежде всего на нервную систему, а не на ткани и внешние органы; магнит хорошо помогает при таких нервных заболеваниях, которые характеризуются усиленной работой нервной системы, например, при судорогах, конвульсиях, головных болях и пр.

Последующие исследования подтвердили правильность выводов, основанных на многих экспериментах.

Однако некоторые выводы комиссии страдают категоричностью. Нужно было, наверное, оставить лазейку: «При теперешнем состоянии знаний, измерительной техники…» Что же касается месмеризма, или, как потом его стали называть, гипнотизма, то здесь комиссия не оказалась на высоте, и прежде всего потому, что в то время психология как наука была в состоянии младенческом, не допускавшем и мысли о том, что с помощью столь простых средств можно делать столь сложные вещи. Комиссия Парижской академии отвергла «животный магнетизм», как отвергла в свое время пароход Фултона, громоотвод Франклина да и многое другое.

Месмер бежит от неудачи в Австрию, на родину, стремясь забыться, собрать силы для нового наступления.

Возвратиться в Париж ему не пришлось — наступил «девяносто третий», когда многие высокопоставленные аристократы и любимцы королевской семьи, хотя бы временные, испытали на себе усовершенствование доктора Гильотена. Путь в столицу для бывшего кумира парижских аристократов был закрыт, хотя Месмер и симпатизировал французской революции. Вскоре, впрочем, именно за эти симпатии Месмера высылают из Австрии, и он обосновывается в небольшом городке недалеко от Цюриха. Там он жил настолько незаметно, что многочисленные его последователи в течение двадцати лет считали, что их кумир давно мертв. Деревенский доктор Месмер последние годы своей жизни отдал музыке. Умер он в 1815 году 81 года от роду.

Учение Месмера не захирело, не погибло. С каждым годом все новые и новые врачи пытались использовать для лечения больных свойства магнита.

Член Федерального совета в Женеве Де Гарсю решил применить не сами магниты, а намагниченную воду, которую можно было использовать для умывания, омовений, клизм,

примочек и ванн.

Француз Дюрвиль, выпустивший множество книжек по магнитному лечению, утверждал, что после лечения водой, «намагниченной» с помощью магнита с подъемной силой 110 килограммов, у больных исчезали язвы, лучше зарубцовывались раны. Проверкой данных никто не занимался, и поэтому невозможно установить сейчас, насколько большую роль играл здесь авторский оптимизм. Даже через 100 лет после этих экспериментов мы не можем доказательно отвергнуть или подтвердить исследования Дюрвиля, проведенные, по современным понятиям, на стыке электромагнитной биологии и психологии.

Так, Дюрвиль утверждал, что его больные могут «видеть» магнитное поле, предстающее перед ними в виде некоего свечения. «Этот свет, неравномерно распределенный по поверхности человеческого тела, наиболее ярок над головой и на оконечностях. У магнита более всего светятся полюсы. Посредственный сенситив (медиум. — В. К.) видит человеческое тело еще более светящимся, и в этом свете он различает цвета: правая сторона тела ему кажется голубоватой, левая — желтоватой или красноватой. Южный полюс магнита светится так же, как правая половина тела, северный — как левая.

Хорошие сеиситивы видят человеческое тело ярко светящимся, правая сторона блестит прекрасным голубым или индиговым цветом; левая сторона для одних представляется оранжевой, для других — красной. Глаза и оконечности тела, так же как и полюсы магнитов, сияют соответствующим стороне тела светом; вся голова кажется окутанной сияющим ореолом, в котором блестят различные цвета».

Красивая картина! Скорее всего — богатство воображения, подогретого гипнотическими внушениями.

Но вот вполне современное открытие Р. Беккера — на теле человека и других позвоночных животных распределены электрические потенциалы, причина которых — потоки электронов вдоль нервных волокон. Токи, им соответствующие, текут от головы человека к конечностям. Автор этой книги для интереса прикинул, какого направления должны быть обусловленные ими магнитные поля, и с удивлением обнаружил, что направление их в большинстве случаев совпадает с живописуемой Дюрвилем феерической картиной. А другого способа определить направление столь слабых магнитных полей, кроме визуального, у Дюрвиля не было — соответствующие приборы появились только сейчас. Совпадение?

Нужна тщательная проверка. Проверить нужно еще и

эффекты, описанные Дюрвилем: «*Накладывание северного полюса магнита на большой палец руки производит уколы в концах пальцев, жар в ладони, в предплечье и от плеча до кисти. Нервы возбуждаются, раздражаются и вызывают невольные движения… Прикосновение южного полюса к большому пальцу вызывает… состояние в виде мурашек…*»

Какие-то эффекты быть обязательно должны. Это следует хотя бы из того, что согласно последним исследованиям все человеческие органы имеют сложные электромагнитные ритмы, на которые, по-видимому, можно влиять с помощью электромагнитных же полей. Так, низкочастотные импульсы электромагнитных полей обнаружены в окрестностях человеческого сердца, вблизи сокращающихся мышц.

Недавно с помощью ультрасовременной электронной аппаратуры проверены и подтверждены результаты опытов итальянца Ф. Кацамалли, который наблюдал излучение электромагнитных волн мозгом человека, пребывающего в эмоционально неуравновешенном состоянии.

Мозг, излучающий радиоволны, — уже не только повод для написания научно-фантастических романов. Это, возможно, заявка на новые открытия.

Сейчас существует большое число доказательств восприимчивости живых существ, включая человека, к электромагнитным полям. В первую очередь учеными было подтверждено древнее, как мир, утверждение, что магнит успокаивает, другими словами, подавляет нервную систему. Этим, видимо, по мнению советских ученых — профессора М. Р. Могедовича и доцента Р. Г. Скачедуба, можно объяснить снижение болей у раненых под действием магнита, замеченное тысячи лет назад. Это явление нашло применение и в медицинской практике во время Великой Отечественной войны.

Из Бухарестского института бальнеологии и физиотерапии тем временем сообщают, что в ряде случаев лечение магнитами помогало снять симптомы таких болезней, как паркинсонизм, полиартрит, паралич и т. п.

А пресловутые японские браслеты с магнитиками, якобы улучшающие самочувствие? Японцы запатентовали и стали изготавливать магнитные кресла и магнитные кровати! Что это — очередной успех медицины или очередное шарлатанство? Или очередной массовый гипноз?

Что же касается сильных электромагнитных полей, то твердо доказано — их влияние на животных и человека смертельно. Мы здесь не говорим о коротковолновых излучениях, таких, как гамма-излучение или излучение рентгеновской трубки,

убивающих микробы. Большое число экспериментов на обезьянах, а также несчастные случаи с людьми, попавшими, например, в зону действия мощного локатора, убедительно доказали, что шутить с такими полями не стоит.

Так что же такое — электромагнитное поле?

Убийца или исцелитель?

Или просто удобное орудие шарлатанов? Ведь непонятное электричество соответствовало наивной убежденности людей в том, что лечение обязательно должно быть очень сложным и использующим наисовременнейшие штуковины! Еще в 1796 году, по существу, только-только открытое электричество стало применяться неким Перкинсом для лечения с помощью так называемых «тракторов» (извлекателей болезни), представлявших собой металлические стержни, способные при прикосновении к ним «выдать» слабый электрический удар.

Успех Перкинса был невообразимым, но и до сих пор медики не смогли одобрить или развенчать это врачевание.

Последователи Перкинса с тех пор не переводятся.

Одна американская журналистка не поленилась посетить известного нью-йоркского шарлатана, утверждавшего, что он может «излечивать любые болезни с помощью электромагнитной катушки». «Врач» предложил журналистке раздеться и завернуться в простыню, а затем обмотал пациентку резиновым листом с обмоткой и включил ток. После «прогрева» целитель заявил, что двухмесячный срок лечения должен «совершенно обновить ее», поскольку аппарат «создает в крови электроны» и выводит из организма «азотистые накопления»…

Жаль, конечно, но человек лишен шестого чувства, позволяющего непосредственно ощущать электромагнитные поля. Но это не означает, что электромагнитные поля на человека совсем не действуют. Паутина внешних электромагнитных полей вместе со сложным пульсирующим узором собственных полей[1] человека создает новые эффекты, иной раз поразительные.

Мы уже говорили о том, что постоянный магнит оказывает тормозящее действие на нервную систему. А электрические импульсы? Их влияние еще более явно.

Многим известны опыты над обезьянами, которым вживляли в мозг электроды. С их помощью можно было по своему произволу менять настроение животного — привести его в бешеную ярость или, наоборот, вселить в него каменное безразличие ко всему происходящему.

Можно было, наконец, нажатием кнопки вызвать у обезьяны чувство наслаждения.

Недавно в журнале писали о быках, которыми «управляли по

радио». Неподвижный матадор спокойно ждет, когда полутонная туша с выставленными вперед рогами несется на него. Но за какие-нибудь пару шагов бык встает как вкопанный — его мозг принял сигнал мира, посланный оператором, сидящим где-то на трибунах…

А вот еще сообщение — из проблемной лаборатории кибернетики Тбилисского университета. Исследователи считают, что с помощью магнитного поля можно примерно в два раза ускорить образование условных рефлексов у мышей. Не могут ли эти исследования привести впоследствии к методике более быстрого усвоения знаний человеком — проблема, не дающая спать не одним студентам?

Не только на мозг могут действовать электрические и магнитные импульсы. Еще в 1858 году Королевское общество хирургов Англии постановило считать допустимым использование электрического удара для восстановления сердечной деятельности. А сейчас в медицинской практике широко применяется электростимулятор — прибор, который с помощью электрических импульсов помогает работать уставшему сердцу.

Этим не заканчивается перечень добрых изобретений, основанных на использовании электромагнитных полей.

Сейчас пытаются создать устройства, которые преобразовывали бы зрительные образы в электрические сигналы, а последние, в свою очередь, непосредственно воздействовали бы на мозг слепых людей. Исследователи верят, что раздражение электрическим током уже сформированных нервных сетей, вызывающее у здоровых людей «фосфены» (искры из глаз — пример фосфена при ударе; искр на самом деле никаких нет, есть только их образы, вызванные искусственно), у людей слепых приведет к созданию зрительных образов.

Автор не без умысла рассказывал в этой главе о фактах как твердо установленных, так и подлежащих дальнейшей проверке — в иной раз и о тех, которые почти наверняка не подтвердятся! Основная идея такого авторского приема — попытаться внушить читателю чувство любознательного изумления перед многообразными проявлениями двух стихий природы — чувство, которое владело некогда нашими далекими предками, только еще вступившими на путь познания природы.

* * *

Профессор Армандо дель Кампо из университета в Мехико заявил не так давно, что ему удалось создать электронный прибор, реагирующий на свет и

посылающий импульсы непосредственно в мозг. С помощью этого прибора слепые могут отличать свет от темноты.

Тетрадь вторая. ВРЕМЯ ИСКАТЬ

Легко быть философами, выучась наизусть три слова: бог так сотворил; и сие дая в ответ вместо всех причин.

М. В. Ломоносов

Маски кружились, кружились вокруг в диком хороводе, пока человек не остановил их: «Откройтесь!» И осталось только две маски: Электричество и Магнетизм, а все остальные были порождением их. Но чтобы разглядеть это, нужно было приблизиться. И протянуть уверенную руку.

Гильберт, придворный врач

Стратфорд на Эйвоне, наши дни, выставка «Шекспир и его время». Пестрые группки туристов, прилавки с сувенирами остаются позади. Вы машинально протягиваете контролеру свой билетик, делаете шаг по пластиковому полу сквозь алюминиевый короб ультрасовременной двери и оказываетесь в XVI веке. С темных, старательно закопченных сводов свисают масляные светильники. На стенах — заржавленные двуручные мечи и прорубленные от плеча до пояса кольчуги. Только что смолкли шумные схватки закованных в броню приверженцев Алой и Белой роз. В то смутное время в небольшом английском городке Стратфорде в семье Джона Шекспира рождается сын Вильям… Другому Вильяму, Гильберту, который прославится впоследствии как первый человек, посмотревший на электрические и магнитные явления с научных позиций, исполнилось тогда двадцать лет.

Детство его не отличалось, наверное, от детства Шекспира. В зале «Детство» человечки из папье-маше, замерев, перепрыгивают через палки, пляшут под свирель и играют в бабки.

На стенде — золотом строки из «Бесплодных усилий любви»:

Когда свисают с крыши льдинки,
И дует Дик-пастух в кулак,
И леденеют сливки в крынке,
И разжигает Том очаг,
И тропы занесло снегами,
Тогда сова кричит ночами:
У-гу!
У-гу! У-гу! Приятный зов,
Коль суп у толстой Джен готов.
Когда кругом метут бураны,
И онемел от кашля поп,
И красен нос у Марианны,
И птица прячется в сугроб,
И яблоки румянит пламя,
Тогда сова кричит ночами:
У-гу!
У-гу! У-гу! Приятный зов,
Коль суп у толстой Джен готов.

Шекспир оканчивает обычную школу с латынью и греческим,

преподносимыми учителем-«педантом» в ослепительно белых носках и глухой черной шляпе.

Шекспир «знал мало по-латыни и еще меньше по-гречески». Восемнадцати лет он женился на двадцатишестилетней Анне Гесуе.

Гильберт после школы поступает в колледж святого Джона в Кембридже, через два года становится бакалавром, а через четыре — магистром, через пять — доктором медицины. Гильберт всю жизнь оставался убежденным холостяком.

Вскоре после женитьбы Шекспир уезжает в Лондон.

Усталый конь, забыв былую прыть,
Едва трусит уныло подо мной,
Как будто знает: незачем спешить
Тому, кто разлучен с душой родной…
Как тяжко мне, в пути взметая пыль,
Не ожидая дальше ничего,
Отсчитывать уныло, сколько миль
Отъехал я от счастья своего.

Сонет 50

В то время миллионы англичан стали жертвами эпидемии чумы. «Зал чумы» — один из самых страшных на выставке. Громадная, натуралистически выполненная туша чумного быка висит на площади. В грубо сколоченных, отмеченных белым крестом клетках — зачумленные. Через скрытые в стенах репродукторы непрерывно передаются ропот средневековой толпы, ржанье перепуганных лошадей, плач женщин и детей, нагнетающие подавленное настроение.

А Лондон веселится. Королева Елизавета, слывшая «непорочной», спешила побольше взять от быстротечной жизни. Поводом для торжеств был разгром испанской «непобедимой армады». Фаворит королевы граф Эссекс делает все, чтобы королеве было весело.[2] Театры создаются чуть не десятками, хотя актеры по-прежнему приравнены в общественном положении к нищим, бродягам и ворам. В одном из театров присматривает за лошадьми богатых посетителей Вильям Шекспир.

Вильям Гильберт достиг большего. Он — лейб-медик королевы.

Трудно сказать, почему именно медик написал первую научную работу по магнетизму и электричеству.

Может быть, это было связано с тем, что толченый магнит у средневековых лекарей считался сильным слабительным. Сам

Гильберт считал, что магнитное железо «…возвращает красоту и здоровье девушкам, страдающим бледностью и дурным цветом лица, так как оно сильно сушит и стягивает, не причиняя вреда».

Однако горький опыт показал Гильберту, что магниты при приеме внутрь иногда «…вызывают мучительные боли во внутренностях, чесотку рта и языка, ослабление и сухотку членов».

Может быть, экскурсы Гильберта в природу магнетизма и были порождены желанием узнать, где истина: является магнит лекарством или нет. Гильберт приходит к выводу, что «природа магнита двойственная и больше — зловредная и пагубная». По пути к этому выводу Гильберт делает ряд других, значительно более ценных.

Нет сомнения, что на занятия Гильберта магнетизмом оказал влияние следующий, казалось бы, не имеющий большого значения факт: Гильберт был дружен с капитанами Фрэнсисом Дрейком и Генри Кэвендишем. Это были просоленные насквозь морские волки, «королевские пираты», в обязанность которых входили завоевания и грабеж новых земель для английской короны, а то и просто взятие на абордаж какого-нибудь испанского «купца». Эти полупираты-полуисследователи были весьма популярны при дворе.

Фрэнсис Дрейк был вторым после Магеллана капитаном, совершившим кругосветное плавание (наверное, многие в юности зачитывались приключениями «Золотой лани» капитана Дрейка), а Генри Кэвендиш прославился кровавым «корсарским Рождеством», которое он отметил в американских владениях Испании 400 с лишним лет назад.

Радушный, веселый Гильберт легко подружился с героями своего времени. Видимо, не раз внимал он их рассказам о дальних странствиях, об океанских островах, о диковинных зверях, рыбах и растениях. Как новость сообщили они Гильберту то, что и в Южном полушарии, так же как и в Северном, стрелка компаса указывала на север (это было тогда не столь очевидно). Они привезли для Гильберта королевский подарок — карты всей Земли с уникальными замерами магнитного склонения в далеких морях и землях.

Тот факт, что северный конец стрелки компаса в Северном и Южном полушариях указывает на север, и навел Гильберта, по-видимому, на мысль, что Земля в целом ведет себя как один большой магнит.

Что было известно в Европе о магните до Гильберта?

В 1269 году некий Пьер Перегрин из Марикурта во время вынужденного безделья при осаде небольшого итальянского

городка Люцера написал книжку «Письма о магните», в которой собрана масса наблюдений о магните, накопившихся до него и сделанных лично им. Перегрин впервые говорит о полюсах магнитов, о притяжении («совокуплении») разноименных полюсов и отталкивании одноименных, об изготовлении искусственных магнитов, о проникновении магнитных сил через стекло и воду, о компасе. Причину притяжения южного и северного полюсов Перегрин и его последователи объясняли довольно туманно: «Южная часть притягивается той, которая имеет свойства и природу севера, хотя они обе имеют одну и ту же специфическую форму. Однако это не исключает некоторых свойств, существующих более полно в южной части. Но эти свойства северная часть имеет лишь в возможности, и поэтому они при этой возможности и проявляются».

Ценность этой точки зрения заключается в том, что она, наводя на размышления, привела средневекового ученого Аверроэса к гениальной догадке. По его мнению, естественный магнит искажал ближайшее к нему пространство в соответствии с его формой. Ближайшие к магниту области среды, в свою очередь, искажали ближайшие к ним, и так до тех пор, пока «специи» не достигали железа. В этих рассуждениях впервые дан намек на магнитное поле — особую форму материи.

До Гильберта было известно и явление «старения магнитов». Так, в трактате, приписываемом Джабиру ибн Хайяну, или, на латинский лад — Геберу, есть такие слова: «У меня был магнит, поднимавший 100 драхм железа. Я дал ему полежать некоторое время и поднес к нему другой кусок железа. Магнит его не поднял. В куске оказалось 80 драхм. Значит, сила магнита ослабла».

К другим важнейшим догильбертовским событиям можно отнести открытие в XIV веке магнитного склонения и обнаружение Колумбом (1492 г.) изменения склонения магнитной стрелки на одной и той же параллели, а также открытие Георгом Гартманом (Нюрнберг, 1544 г.) магнитного наклонения.

Кроме этого, о магнитах в конце XVI и начале XVII века было известно следующее:

— под хвостом Большой Медведицы имеется магнитный камень;

— прием магнита внутрь «в малых дозах» продлевает молодость;

— если положить магнит под голову спящей женщины, он сбросит с постели прелюбодейку;

— магнит открывает запоры и замки;

— днем магнит притягивает сильнее, чем ночью;

— если потереть магнит чесноком или положить рядом с ним бриллианты, его сила исчезнет;

— если же помазать магнит кровью козла, его сила восстанавливается;

— магнит, хранимый в рассоле из рыбы-прилипалы, обладает силой извлекать золото, упавшее в самые глубокие колодцы;

— есть магниты, притягивающие серебро, алмазы, яшму, стекло и даже «мясные» и «деревянные» магниты и т. д. и т. п., в частности, в заволжских степях существует растение, имеющее ноги и называющееся «бараме», притягивающее к себе овец, а затем безжалостно пожирающее их.

* * *

Кстати, почему южный конец магнитной стрелки красный, а северный — черный? Не исключено, что здесь мы следуем древнекитайской традиции. Китайцы всегда окрашивали южный конец стрелки в красный цвет. В древнем ассирийском календаре времен Александра Македонского север называется черной страной, юг — краской, восток — зеленой и запад — белой. Городские ворота в Китае окрашивались в соответствии с этим. Вполне вероятно, что такое обозначение сторон света было в то время общепринятым, и отголоском этого являются названия Черного и Красного морей, лежащих на юг и север от центрального — Средиземного.

* * *

Разобраться в подобных утверждениях и отделить зерна от плевел предстояло Вильяму Гильберту, придворному медику.

В течение 18 лет он на собственные деньги ставит бесчисленное количество опытов, которые в конце концов описаны в книге «О магните, магнитных телах и о большом магните — Земле. Новая физиология, доказанная множеством аргументов и опытов», вышедшей в 1600 году. И сам Гильберт, и его современники чрезвычайно высоко оценивали этот труд, первый по-настоящему научный труд, посвященный электричеству и магнетизму.

Заслуги Гильберта действительно велики. Самой значительной из них явилось то, что он впервые в истории, задолго до Бэкона, считавшегося родоначальником «индуктивного» метода в науке, провозгласил опыт критерием истины и все положения проверял в процессе специально поставленных экспериментов.

Величие идей Гильберта и его заслугу перед своим временем

нам сейчас даже трудно вообразить. Понятие об эксперименте как основе исследования было в то время неизвестно. Признавалась тогда лишь аристотелевская созерцательная наука, направленная на доказательство существования бога да на решение насущных проблем типа: сколько чертей может уместиться на острие иглы? В европейских городах сжигались сотни «ведьм» и «колдунов», причем в качестве доказательства принадлежности к «нечистым» принимались, например, и такие: «Старуха такая-то замечена в том, что подбирала конский помет, — наверное, чтобы околдовать хозяина этого коня». Или просто: «Уж очень подходящий цвет лица у него для сношения с нечистым».

Обстановку того времени передает случайно сохранившийся дневник обывателя небольшого городка из вюрцбургского княжества:

«В сем 1616 году на Иванов день начали забирать колдуний, и первою попалась Елисавета Букелева, Ивана Букеля жена. 26 ноября у нас сожгли девять молодых женщин как ведьм — это было первое паленье.

В сем 1617 году 6 марта устроили второе паленье колдуний, их поставили на костер четыре души. 13 апреля сожгли Анну Рютцову, Ивана Вейера хозяйку… 26 июля сожгли колдуна и трех колдуний…»

А вот выдержка из, так сказать, официального документа той эпохи — Баденского «Земского Уложения», раздел «Наставление к допросу ведьм». Вопросы, которые следует задавать выявленным и пойманным ведьмам:

«Вредила ли она людям и кому именно? Ядом? Прикосновением, заклятиями, мазью? Сколько она до смерти извела мужчин? Женщин? Детей? Сколько она лишь испортила? Сколько беременных женщин? Сколько скотины? Сколько напустила туманов и тому подобных вещей? Как она это производила и для чего?

Умеет ли она летать по воздуху и на чем она летала?

Как она это устраивает? Как часто она летает? Куда случалось ей летать в разное время? Кто из других людей, находящихся еще в живых, бывал на их сборищах?

Умеет ли она прикидываться каким-нибудь животным и с помощью каких средств?

Сколько малых детей съедено при ее участии? Где они были добыты? Также — у кого они взяты? Или они были вырыты на кладбище? Как они их готовили — жарили или варили? Также, на что пошли головка, ручки и ножки? Добывала ли она также из наших детей и сало, и на что оно? Не требуется ли детское сало, чтобы подымать бури?»

Написать в те времена трактат об электричестве и магнетизме да еще утверждать, что Земля — магнит, да еще проверять все теоретические построения на опыте, исходить из опыта — это был действительно научный подвиг. Надо сказать, Гильберт не недооценивал своих заслуг. Впервые в практике книгопечатания он поставил свое имя перед названием книги. И никто его за это до сих пор не осудил.

Через год после выхода книги Гильберта «О магните» Шекспир создает «Гамлета». По иронии судьбы и гениальные идеи Гильберта, и неповторимые страсти шекспировских трагедий будут впоследствии приписываться одному автору — все тому же Фрэнсису Бэкону, философу. До сих пор многие известные ученые считают, что именно Фрэнсис Бэкон был родоначальником «индуктивного» метода в науке, хотя его книга «Новый Органон», в которой этот метод развит, вышла через 11 лет после книги Гильберта, являющейся «одним из лучших в мире примеров индуктивной науки».[3] Некоторые исследователи даже считают, что Бэкон умышленно искажал и замалчивал открытия Гильберта.

Изготовив из магнитного железняка шар — «терреллу» (землицу), Гильберт заметил, что этот шар по магнитным свойствам сильно напоминает Землю. У «терреллы», так же как у «терры» (Земли), оказались северный и южный полюсы, экватор, изолинии, магнитное наклонение. Эти обстоятельства позволили Гильберту провозгласить Землю «большим магнитом». До Гильберта о магнетизме Земли никто не подозревал, и притяжение южного черного конца магнитной стрелки к северному полюсу Земли объяснялось в средние века тем, что «железо направляется к северным звездам, так как ему сообщила сила полярных звезд, подобно тому, как за солнцем следуют растения, например подсолнечник».

Гильберт опроверг широко распространенное мнение о влиянии алмазов на магнитные свойства. Он собрал 17 крупных алмазов и в присутствии свидетелей показал, что магниты к алмазам абсолютно безразличны.

Он открыл, что при нагревании магнита выше некоторой температуры его магнитные свойства исчезают: впоследствии эта температура (588 °C) была названа точкой Кюри в честь Пьера Кюри.

Гильберт открыл, что при приближении к одному полюсу магнита куска железа другой полюс начинает притягивать сильнее. Эта идея была запатентована Сименсом лишь через 250 лет после смерти Гильберта.

Гильберт открыл, что предметы из мягкого железа, в течение

долгого времени лежащие в одном положении, приобретают намагниченность в направлении север — юг.

Гильберт открыл экранирующее действие железа.

Гильберт открыл, что магнит со «шлемом», или «носом», то есть магнит, вправленный в арматуру из мягкого железа, имеет большую подъемную силу.

Гильберт сделал гениальную догадку о том, что действие магнита распространяется подобно свету.

Гильберт многое сделал и открыл. Но… Гильберт почти ничего не смог объяснить. Все его объяснения носят схоластический и наивный характер. Вот, например, как Гильберт объясняет тот факт, что при разрезании одного длинного магнита образуется много коротких, которые имеют первоначальное направление намагничивания и стремятся сохранить прежнее положение в пространстве.

Он сравнивает магнит с веткой дерева: «Пусть AB будет покрытый листвой сучок ивы… A — верхняя часть, B — нижняя, по направлению к корню. Разделили его в C.

Я утверждаю, что конец A, снова вставленный в B с соблюдением правил прививки, прирастает к нему; точно так же, если B вставить в A, то они скрепляются друг с другом и дают ростки. Но если D вставить в A или C в B, то они вступают между собой в борьбу и никогда не срастаются, но один конец отмирает вследствие неподходящего и несоответствующего соединения, так как растительная сила, идущая одним путем, теперь оказывается стремящейся в противоположные стороны…»

Еще туманней разъяснения Гильберта относительно природы магнетизма. Его ответ сводится к тому, что всему причиной — «душа» магнита. Это в известной мере шаг назад по сравнению с Лукрецием. Извинением великому первооткрывателю может, видимо, служить лишь то, что и с позиций современной физики притяжение магнита — не такая уж очевидная вещь…

Другим, значительно более серьезным извинением служит то, что за словом «душа» у Гильберта иногда ясно слышится слово «поле», порой прямо называемое им «сферой действия».[4]

* * *

> Кардан в своем трактате «О точности (1551 г.) за пятьдесят лет до Гильберта указал на различие электрических и магнитных явлений: янтарь притягивает разные вещества, магнит — только железо; бумажный экран препятствует распространению электрической силы, но не препятствует распространению магнитной; янтарь не притягивается теми кусочками, которые может

притянуть он, а магнит может притянуться железом и т. п. Все эти наблюдения, в общем, неточны, но вывод — справедлив. Он подтверждает точку зрения Д. И. Менделеева: лучше придерживаться гипотезы, которая может со временем оказаться неправильной, чем никакой.

* * *

«Гильбертом» предложено называть единицу напряженности магнитного поля. Это дань потомков — физиков и инженеров — лондонскому врачу, сделавшему благодаря своей любознательности крупнейшие открытия в, казалось бы, очень далекой от него области — физике.

Но за опытами Гильберта по магнетизму иногда забывают отметить и другую важнейшую его заслугу — выяснение «взаимоотношений» между магнетизмом и электричеством.

Он был убежденным исследователем. Все время, которое оставалось после «основной работы», он посвящал опытам по электричеству и магнетизму. Само слово «электричество» введено в науку Гильбертом!

Именно в книге Гильберта «О магните» впервые встречается слово «электрический». Вот первое в истории употребление слова «электрический».

«Электрические тела — те, которые притягивают таким же образом, как янтарь» (Гильберт В. «О магните», глава «Объяснение некоторых слов»).

Кстати, читая эту книгу Гильберта, приходишь к интересному выводу о происхождении слова «электричество». Мы уже привыкли считать, что слово «электричество» названо по греческому слову «электрон», что значит янтарь. Но дело-то в том, что янтарь у древних греков имел чуть не десяток названий (об этом пишет французский исследователь Анри Мартин): электрон, электрос, хризэлектрос, хризофорос и т. п. Почему же Гильберт выбрал именно первое название янтаря? Дело, по-видимому, в том, что первое название янтаря образовано от глагола, обозначающего «притягивать», «увлекать».

Этот тезис кажется тем более убедительным, что Гильберт приводит несколько веществ, «электрических тел», способных притягивать, как янтарь:

— «Гагат» — разновидность каменного угля;

— Сера;

— «Ирис» — кристалл кварца;

— Стекло;

— «Винцентина», «бристольский алмаз» — разновидность

кварца;

— «Кристалл» — кварц;

— «Мышьяк» — минерал;

— «Аммонияк» — камедь.

Задача Гильберта была великой — ему предстояло разделить множество известных фактов на естественно складывающиеся группы. Проведя такую классификацию, ему впервые удалось четко отделить электрические явления от магнитных.

Отделить, чтобы через двести лет усилиями многих ученых они снова могли быть воссоединены, но уже на новой основе.

Средневековые ученые считали, что все в мире делится на «магниты» и «феамеды».

К «магнитам» принадлежит все, притягивающее друг друга, — магнит и железо, янтарь и пылинки, мужчина и женщина, моллюски-прилипалы и днище корабля, пчела и цветок.

К «феамедам» принадлежит то, что внушает «антипатию» друг к другу, — магнит и пламя свечи, одноименные полюсы магнита, женщина и женщина…

И вот Гильберт, отказывая себе в развлечениях и удовольствиях, дорогой ценой одиночества, на собственные деньги проделывает несметное количество экспериментов, в процессе которых приходит к нескольким чрезвычайно важным выводам. Один из них — притяжение магнита и янтаря имеет разную природу. Другими словами, Гильберту удалось разделить магнитные и электрические явления на два класса, которые с этих пор стали исследоваться отдельно.

Еще не скоро наступит то время, когда электричество и магнетизм снова соединятся…

Гильберт умер через три года после выхода в свет труда «О магните», умер от чумы.

Через 13 лет умирает Шекспир, и еще через 7 лет впервые выходит его «Первое фолио» — первое собрание пьес Шекспира.

Обеим книгам суждена была долгая жизнь, полная взлетов и падений, признаний и забвений. И чем дальше в глубь веков уходят воспоминания об их авторах, тем сильнее ощущаем мы гениальность этих людей, вечность истин знания и страстей, провозглашенных ими.

А о творениях их можно сказать шекспировскими строками:

Замшелый мрамор царственных могил
Исчезнет раньше этих веских слов…

Сонет 55

Новый и страшный опыт Мушенбрека

Гильберт открыл довольно много веществ, которые, как и янтарь, могут притягивать мелкие пылинки.

Испробуя эти вещества, десятипудовый любознательный бургомистр немецкого города Магдебурга Отто фон Герике изготовил странную машину: шар из серы, приводимый во вращение. Если шар при вращении придерживать ладонями, на нем скапливается электрический варяд. С помощью шара можно было делать много занятных экспериментов с наэлектризованными предметами. Один из опытов наиболее известен: Герике, пораженный, наблюдает пушинку, притягивающуюся к его носу, а затем отлетающую от него, затем снова притягивающуюся и т. д. Эксперимент забавен, но и чрезвычайно, принципиально важен: раньше считалось, что легкие тела могут только притягиваться наэлектризованными предметами, это даже считалось основным различием электрических и магнитных явлений — ведь известно, что магниты отталкиваются одноименными полюсами.

Другое интересное открытие — электрическая сила обнаружила способность распространяться по «льняной нитке на один локоть» (сравните это первое наблюдение с современными сверхмощными линиями передач!). Еще одно открытие — Герике слышал при разряде своих шаров слабый треск и иногда наблюдал слабое свечение.

Ему было в то время уже больше 60, знаменитому магдебургскому бургомистру. Родился он в семье дебургского патриция в 1602 году, за год до смерти Вильяма Гильберта. Учился в Лейпциге, потом в Вене занимался юриспруденцией. Потом отправился в Голландию, в Лейден, где увлекся физикой, математикой, фортификацией и другими точными науками. Потом — в Англию. Потом — во Францию. Вернулся на родину в 25 лет, женился, родил трех сыновей, был назначен охранителем и военачальником Магдебурга. Время было бурное, Магдебург переходил из рук в руки. Приходилось иной раз и улепетывать от противника, оставляя на разграбление дом, на верную смерть — слуг. Пришлось однажды и самому попасть в руки неприятеля, но… откупился, жизнь Отто фон Герике была оценена в 300 талеров.

Был он генерал-квартирмейстером, и строителем, и дипломатом. 44 лет избран бургомистром родного Магдебурга и на досуге занялся науками. Ему было около 50, когда он прославился своими «магдебургскими полушариями» (пустые

полусферы, которые не могли растащить десять лошадей).

60 лет он окончил книгу, посвященную физическим опытам. Книга эта печаталась 10 лет и вышла как раз к семидесятилетию автора. Через шесть лет он добивается отставки, а еще через три года умирает от чумы.

Книга и «шары Герике» получили очень широкое распространение по всей Европе. Используя его открытие, другие исследователи смогли заметить новые, ранее никогда не наблюдавшиеся свойства электричества.

Один из ярких случаев произошел в 1745 году в Лейдене. Богач Кюнеус, ученик Питера ван Мушенбрека, использовал машину Герике для того, чтобы «зарядить электричеством» воду в стеклянной колбе, которую держал в ладонях. Зарядка осуществлялась при помощи цепочки, подсоединенной к машине. Цепочка спускалась через горлышко колбы в воду. Когда, по мнению Кюнеуса, зарядка была окончена, он решил убрать цепочку — вынуть ее рукой из сосуда. И тут он получил такой страшный электрический удар, что чуть не скончался.

Лейденский профессор Мушенбрек (Мушенброк, Мушенброек, Мушенбрюк, Мушенбрук), который оспаривает честь открытия лейденской банки у своего студента, пишет об аналогичном ощущении так: «Хочу сообщить вам новый и страшный опыт, который никак не советую повторять. Я делал некоторые исследования над электрической силой и для этой цели повесил на двух шнурах из голубого шелка железный ствол, получавший через сообщение электричество от стеклянного шара, который приводился в быстрое вращение и натирался прикосновениями рук. На другом конце свободно висела медная проволока, конец которой был погружен в круглый стеклянный сосуд, отчасти наполненный водой, который я держал в правой руке, другой же рукой я пробовал извлечь искры из наэлектризованного ствола.

* * *

> Немецкий ученый Клейст в 1745 году доложил Берлинской академии наук о своих опытах с «медицинской банкой». Несправедливость Клейста все забыли, и открывателями «лейденской банки» считаются Кюнеус и Мушенбрек.

* * *

Вдруг моя правая рука была поражена с такой силой, что все тело содрогнулось, как от удара молнии. Сосуд, хотя и из тонкого стекла, обыкновенно сотрясением этим не разбивается, но рука и все тело поражаются столь страшным образом, что и сказать не

могу, одним словом, я думал, что пришел конец…»

Выяснилось, что в сосудах того типа, о котором пишет Мушенбрек, электричество может накапливаться в весьма значительных количествах. Так была открыта прославленная впоследствии «лейденская банка» — простейший конденсатор.

Новость о лейденской банке с большой скоростью распространилась по Европе. Мушенбрек, и до того известный, стал лейденской достопримечательностью. С ним, в частности, познакомился Петр Великий, когда работал на верфях в Голландии. Позже Петр приказал для новой Академии наук различные приборы именно Мушенбреку «сделать повелеть». Однако Мушенбрек не был ученым высокого класса. Его представления о мире можно проследить по его курсу физики. Курс был составлен из 42 разделов, самых разнокалиберных: О фонтанах. О зрении. О метеорах. О ветрах. Ему не хватало широты взглядов, способности к обобщению. Может быть, этим можно объяснить, что он вошел в историю не как великий физик, а как человек, один из первых испытавший на себе электрический удар лейденской банки: «…ради французской короны я не согласился бы еще раз подвергнуться столь жуткому сотрясению…»

Итак, новость о лейденской банке с быстротой электрического удара начала распространяться по Европе и не слишком просвещенной тогда Америке. В лабораториях, аристократических салонах, на ярмарках ставились удивительные опыты, неприятные, забавные и волнующие одновременно.

Французская столица, разумеется, не могла остаться в стороне от «лейденского поветрия». 700 парижских монахов, взявшись за руки, провели лейденский эксперимент. В тот момент, когда первый монах прикоснулся к головке банки, все 700 монахов, сведенные одной судорогой, вскрикнули с ужасом.

180 королевских мушкетеров тоже провели перед королем подобный опыт в Версале. Даже гвардейская дисциплина оказалась бессильной перед ударом лейденской банки: «Первый держал в свободной руке банку, а последний извлекал искру; удар почувствовался всеми в один момент. Было очень курьезно видеть разнообразие жестов и слышать мгновенный вскрик, исторгаемый неожиданностью у большей части получающих удар».

Провел этот эксперимент придворный «электрик» короля, специально ведавший различными электрическими увеселениями, аббат Нолле.

Несмотря на неприятное ощущение, тысячи и тысячи людей хотели подвергнуться эксперименту.

Изготавливались новые банки, все более мощные.

Лейденская банка стала непременным атрибутом электрических исследований. С ее помощью получали крупные электрические искры — иной раз до нескольких сантиметров.

Электрические опыты приобрели необыкновенную популярность. Они стали одним из изысканнейших развлечений.

Целые представления, занимательные, чуть не театральные зрелища разыгрывались перед восторженными зрителями.

Лекторы, а может быть, вовсе не лекторы, а послы новой эпохи, искусители душ, воспламенители сердец глашатаями новых открытий разъезжали по свету, оставляя повсюду яркие воспоминания о необычных опытах и, как модно теперь говорить, «ощущение интеллектуального дискомфорта».

Зрители уходили с представлений взволнованные.

Несомненно, рано или поздно среди них должен был оказаться человек, на которого опыты произведут более глубокое впечатление, чьи скрытые дотоле силы будут разбужены вдруг неприятным ударом лейденской банки, кому суждено увидеть больше, чем другим…

Этого не произошло ни в Лейдене, ни в Санкт-Петербурге, ни в Париже, ни в Женеве, ни в Лондоне. Это произошло в далекой Америке.

Eripit coelo fulmen scemprumgue turannis [5]

Итак, шел 1747 год… По городам и селениям Европы и Нового Света разъезжали предприимчивые экспериментаторы, совершающие «электрические чудеса». Они воспламеняли спирт, убивали цыплят, вызывали странный свет в темноте.

Особенно кстати пришлись эти представления в Америке, где до тех пор основными развлечениями были распродажи да скачки. Колонисты валом валили на представления некоего доктора Спенсера, проделавшего долгий путь из Глазго до Бостона для того, чтобы показать американцам новые электрические опыты и немало заработать на этом.

Шел 1747 год… На лекцию по электричеству в Бостоне попал средних лет джентльмен, высокий, импозантный, прекрасно сложенный, окруженный друзьями и почитателями.

Завороженный, смотрел он на синие электрические искры, со смешанным чувством прикасался к оголенным кондукторам большой лейденской банки, жадно вдыхал пахнущий озоном воздух.

Этим человеком был Бенджамен Франклин. Трудно себе представить более выдающуюся и популярную личность своего времени. Он, пятнадцатый ребенок мелкого ремесленника, родился в 1706 году в Бостоне, жил 84 года и занимался физикой всего лишь семь лет — с 1747 по 1753 год.

Франклин ввел в науку понятие положительного и отрицательного электричества. Когда мы пользуемся словами «батарея», «конденсатор», «проводник», «заряд», «разряд», «обмотка», мы вряд ли помним о том, что Франклин первым дал названия всем этим вещам.

В последние свои годы Франклин стал одной из выдающихся фигур политической жизни Америки, активным борцом за освобождение Америки от английского колониального ига.

В 27 лет он, помимо всего прочего, был популярнейшим писателем Америки. Его «Бедный Ричард» выдержал бессчетное количество изданий. «Я мог бы попытаться вызвать к себе добрые чувства, провозгласив, что я пишу эти выпуски не для чего иного, как для блага общества; но это было бы неискренне, и кроме того, современники мои слишком умны для того, чтобы быть обманутыми таким образом… Истина же в том, что я крайне беден, а издатель обещал мне значительную часть выручки…» — не без юмора писал Франклин по поводу своей литературной деятельности.

«Альманах Бедного Ричарда» был чем-то вроде календаря,

содержащего практические советы, изречения (типа «нельзя заставить пустой мешок держаться прямо», «своим можешь назвать лишь то, что съел») и занимательные рассказы. Образ Бедного Ричарда — «полуголодного ученого старикана, допекаемого сварливой женой, рассуждающего о пользе бережливости, подмигивающего молоденьким женщинам», — оказался необычайно популярным и жизнеспособным. «Альманах» издавался около 30 лет. Для нас во всем этом, помимо иллюстрации разносторонней одаренности Франклина, важно и то, что «Альманах», так же как и издававшаяся им же «Пенсильванская газета», дали ему возможность разбогатеть и к 40 годам «отдалиться от дел». Наличие свободного времени и свободных денег немало способствовали успехам Франклина в области электричества.

Франклин был обаятельнейшим, образованнейшим человеком своего времени. Веселый и жизнерадостный, атлетически сложенный, Франклин всегда окружен интересными и влиятельными людьми — дипломатами, принцами, учеными и очаровательными женщинами.

Но вернемся к семи «электрическим» годам из жизни Франклина, точнее, к тем из них, которые были связаны с доказательством электрической природы молнии.

После случайно прослушанной популярной лекции Франклин, решив систематизировать все, что он узнал от других и понял сам, развил довольно простую, но стройную и, как впоследствии оказалось, правильную теорию статического электричества и его передачи от одного тела к другому — ту самую теорию, которую мы проходим в школе, впервые знакомясь с электричеством.

Сейчас мы сделали бы лишь одну поправку к этому учению — Франклин наугад принял, что то тело, которое накапливает электричество («электрическую жидкость» — по терминологии Франклина), заряжается положительно. Мы знаем сейчас, что носителем электричества в проводниках является отрицательно заряженный электрон. Поэтому заряд наэлектризованного тела, на наш взгляд, должен быть отрицательным. Естественно, что Франклин не мог предугадать этого, и для того, чтобы не ломать установившиеся со времени Франклина представления, сейчас направление тока (от плюса к минусу) принимают обратным направлению происходящего реального процесса — движения электронов.

Франклин вдохновенно творил новую теорию. Идеи вытекали друг из друга, обретали мелодию, гармонию, изящно модулировали и образовали, наконец, блестящую симфонию

статического электричества. Атмосферу необыкновенной легкости, игры, но игры, в тайных закоулках которой могут скрываться великие открытия, атмосферу, в которой творил он свою теорию, передал Бенджамен Франклин в одном из писем к английскому другу:

> «Ввиду того, что наступает жаркая погода, когда электрические опыты доставляют мало удовольствия, мы думаем покончить с ними на этот сезон, завершив все довольно веселым пикником.
>
> Искра, переданная с одного берега реки Скулкилл на другой без какого-либо проводника, кроме воды, зажжет одновременно на обоих берегах спиртовки (этот опыт, к изумлению многих видевших его, мы уже проделывали некоторое время тому назад)… Индейка к нашему ужину будет умерщвлена электрическим ударом и зажарена на электрическом вертеле огнем, зажженным наэлектризованной банкой; мы выпьем за здоровье всех известных физиков… из наэлектризованных бокалов под салют орудий, стреляющих от электрической батареи».[6]

Теория статического электричества помогла Франклину сделать сенсационное открытие — он первым доказал, что молния, с грохотом прорезающая небо, и искра, полученная с помощью лейденской банки, это одно и то же явление, только в разных масштабах.

Нельзя сказать, что такая аналогия была очень уж новой. Еще великий Ньютон писал в одном из своих писем в 1716 году:

«*Тот, кто копается в глубоких шахтах знания, должен, как и всякий землекоп, время от времени подниматься на поверхность подышать чистым воздухом.*

В один из таких промежутков я и пишу вам… Я много занимался замечательными явлениями, происходящими, когда приводишь в соприкосновение иголку с кусочком янтаря или смолы, потертой о шелковую ткань. Искра напомнила мне молнию в малых размерах…»

Но «напомнила» — это еще не доказательство. Нужно было очень ясно представить себе электрические процессы, происходящие в атмосфере, чтобы сделать решающий шаг — поставить ясный эксперимент, со справедливостью доказывающий, что молния и искра — одно и то же.

…О нежные воспоминания детства! Призрачный и светлый мир, населенный умными, добрыми существами, большими яркими цветами, бабочками и стрекозами!

Мир, где наслаждаются самым обычным: небом, облаками,

запахами с такой остротой, которая, быть может, придет во всей последующей жизни лишь несколько раз.

О как прекрасен и ярок мир, который мы в спешке взрослых будней не успеваем заметить.

В один из незабываемых дней своего детства великий Франклин, тогда еще мальчик Бен, смастерил с помощью взрослых белоснежное трепещущее чудо, стремящееся при малейшем ветре выпорхнуть из тонких детских рук на свободу, в высокие голубые глубины, где хозяин лишь ветер, теплым потокам которого должен повиноваться новый воздушный змей. Тонкая, но прочная веревка с палкой (чтобы крепко держать вырывающийся змей) — все, что связывает маленького Бена с большим белым парусником — или птицей? — неслышно несущимся где-то высоко впереди. Бен бежит за ним по улочкам, выбегает на зеленый луг, полный травы, цветов и пчел; но корабль несется выше и дальше, и некогда Бену отдохнуть, перевести дух. Он бежит по колено в траве, обнаженное тело омывается теплым летним воздухом, а впереди препятствие — пруд. Безрассудность детства?

Бен в пруду, в руках — крепко зажатая палка с веревкой. Бен переворачивается на спину, и вдруг начинает плавно скользить по поверхности воды, влекомый воздушным парусником; опасный и невыразимо приятный для Бена эксперимент, к счастью, благополучно окончился на другом берегу пруда…

Это детское воспоминание Франклина, «отнявшего молнию у небес и власть у тиранов», по выражению его биографа Тюрго, конечно же, сыграло свою роль в осуществлении знаменитых франклиновских экспериментов с воздушным змеем.

«Когда змей и веревка намокнут от дождя и вследствие этого станут проводить электричество, — писал Франклин, — то поток его обильно исходит из ключа при приближении суставов пальцев. От него можно зарядить банку. Электрическим огнем, полученным таким образом, можно зажечь спирт и сделать все опыты, совершаемые обычно с натираемым шаром или трубкой.

Этим полностью доказывается тождество электрического вещества с веществом молнии».

Здесь уже не ньютоновское «напоминает». Франклин определенно указывает, что «вещество молнии» и «вещество электричества» «тождественны». Интересно заглянуть, так сказать, в «творческую лабораторию» Франклина, пришедшего к этому выводу. Вот что писал он 1 ноября 1749 года:

«*Электрическая жидкость имеет с молнией следующее сходство: 1. Дает свет. 2. Тот же цвет света. 3. Ломаное направление. 4. Быстрота движения. 5. Проводится металлами. 6.*

Создает треск или шум при взрыве. 7. Встречается в воде или во льду. 8. Разрывает предметы, через которые проходит. 9. Убивает животных. 10. Плавит металлы. 11. Зажигает легко воспламеняющиеся вещества. 12. Серный запах».

Открытие Франклина было высоко оценено М. В. Ломоносовым, а один из видных тогдашних русских поэтов несколько позже, уже после опытов Гальвани и Вольта, откликнулся на открытие связи между электрической искрой и молнией следующим шутливым стихотворением:

Итак, узнал я наконец,
Тебя, Зевес самодержавный!
Узнал, что мир — большой глупец,
А ты — проказник презабавный!
Два металлических кружка
Да два телятины куска
С цепочкой медной за ушами —
Вот тайна молний и громов,
Которыми, как чудесами,
Ты нас стращал из облаков,
Гальвани с мертвою лягушкой
В лаборатории своей
Нам доказал, что ты людей
Всегда считал одной игрушкой!
Сын праха, слабый и глухой,
Под руководством гальванизма,
Едва ль, Зевес почтенный мой,
Я не дойду до атеизма!
К чему мне ты? Я сам Зевес!
Перуны, молнии и громы
Мне без обманов и чудес
Теперь торжественно знакомы!
Огонь и блеск в моих очах,
И гром и треск в моих ушах!..

Когда стала ясна электрическая природа молнии, Франклин смог осуществить главное изобретение своей жизни — громоотвод.

Громоотвод, по словам Франклина, «…либо предотвращает удар молнии из облака, либо уже при ударе отводит его в землю без ущерба для здания.

Нижний конец прутка должен уходить в землю настолько, чтобы достичь влажного грунта, возможно, на глубину в два или три фута. А если пруток изогнут так, чтобы он отходил под

землей в горизонтальном направлении на расстояние в шесть — восемь футов наружу от фундамента и затем снова изгибался вниз на три-четыре фута, то он предохранит от повреждения любую часть кладки фундамента.

Лицо, опасающееся молнии и находящееся во время грозы в не совсем надежном доме, поступит хорошо, избегая садиться около камина, зеркала или любой позолоченной картины и панели. Безопаснее всего сесть в кресло посреди комнаты, положив свои ноги на другое (только не под металлической люстрой, спускающейся с потолка на цепи). Еще безопаснее положить два-три матраца или перины на середине комнаты, сложить их вдвое и водрузить на них кресло, и поскольку те проводят хуже стен, молния не может пойти по ломаному пути через воздух комнаты и матрацы, если она имеет лучший и сплошной проводник в стене.

Там, где это возможно, следует подвесить на шелковых шнурах на равном расстоянии от стен, пола и потолка гамак или подвесную кровать, что даст самое надежное укрытие, которое только можно создать в комнате и которое действительно может считаться совершенно безопасным от удара «молнии».

* * *

Опыты Бенджамена Франклина с громоотводом состоялись в 1760 году. Но еще в 1754 году чешский священник Прокопий Дивиш, проживавший в Прендице (Богемия), установил на своем доме десятиметровый железный шест, основательно заземленный. Соседи взбудоражили окрестных крестьян, и те разрушили громоотвод, полагая, что именно он виновник неурожая 1754 года. Возможно, что Прокопий Дивиш использовал идеи Франклина о природе электричества, возможно, он дошел до них самостоятельно, но факт остается фактом — он построил громоотвод раньше Франклина.

* * *

Эти предостережения, которые сегодня могут показаться забавными, во времена Франклина были вполне злободневны.

После того как Франклин в 1760 году установил первый громоотвод на доме купца Веста в Филадельфии, Европа и Америка разделились на два лагеря — ярых приверженцев громоотвода и столь же ярых противников его. В Париже в те годы даже женские шляпы изготовлялись с громоотводами.

В то же время буржуа де Визери, поставивший на своем доме в Сент-Омере громоотвод, подвергся яростным нападкам соседей, которые в конце концов подали на него в суд. Это было уже в

1780 году. Процесс длился четыре года. Защитником громоотвода на процессе выступал никому еще не известный адвокат Максимилиан Робеспьер. Именно этот процесс стал началом его большой популярности. На стороне противников громоотвода экспертом выступал Жан-Поль Марат. (Кстати, Марат был известным писателем-популяризатором: его перу принадлежат три книги по электричеству — одни из первых.)

В конце концов де Визери был оправдан.

В Филадельфии в 1782 году было установлено 400 громоотводов. Крыши всех общественных зданий, за исключением гостиницы французского посольства (Франция громоотвод официально не признавала), были увенчаны металлическими штырями. Во время сильной грозы 27 марта 1782 года именно в дом-исключение ударила молния. Гостиница была частично разрушена, а живший в ней французский офицер убит. После этого случая, имевшего широкий общественный резонанс, громоотводы были установлены уже на всех филадельфийских зданиях.

* * *

> На вопрос «Ставить ли громоотвод на здание храма?» Эдисон ответил: «Непременно. Провидение бывает иной раз очень рассеянным».

* * *

Франклин не мог пройти мимо важных общественных событий своего времени. Граждане города Филадельфии неоднократно избирали его на важные посты. Так, в 1754 году Франклин был избран делегатом Пенсильвании на съезд представителей английских колоний в Америке. Дело в том, что отношения Англии и Франции в то время обострились; в любой момент можно было ожидать нападения французов на английские колонии в Америке. Для защиты от возможного нападения Франклин предложил на съезде свой план объединения английских колоний в Америке, план, который впоследствии лег в основу создания государства Соединенных Штатов.

Однако Англия, видя опасность, связанную с объединением ее американских колоний, возражала против плана создания федерации. Отношения между Англией и ее американскими колониями неуклонно ухудшались.

В 1757 году Франклин отправляется в Англию представителем Пенсильвании и затем — всех английских колоний в Америке. Его миссия была трудной. Англия не могла сдержать стремление ее американских колоний к объединению и независимости. В 1770 году — первое вооруженное столкновение

между колонистами и английскими солдатами. В 1775 году — открытые военные действия и отъезд Франклина в Америку, где он участвует в составлении Декларации независимости. Благодаря дипломатическим способностям Франклина Америке удалось в борьбе против Англии привлечь на свою сторону Францию. Затем — подписание мирного договора с Англией, в котором она признала полную независимость американских колоний. Немалое значение для победы колоний имела позиция России, по инициативе которой (декларация 1780 года) ряд европейских государств объявил «вооруженный нейтралитет», направленный против Англии.

Франклин боролся против «рабства в свободном государстве», выступал за освобождение негров.

Естественно, что столь бурные события оторвали Франклина от его электрических экспериментов. Но, быть может, не следует жалеть об этом. Еще не пришло время новых открытий, еще не дернулась лапка лягушки на столе у физиолога Гальвани, еще не начался новый этап развития электричества. А первую эпоху — эпоху статического электричества уже пора было закрывать.

Эта роль и выпала на долю великого Франклина.

Не путать с поэтом того же имени…

До нас дошло всего три его портрета, да и то выполненных «друг с друга». Как писал один ученый впоследствии, на всех трех портретах изображен отменно упитанный господин средних лет с двумя подбородками.

Господин облачен в роскошно расшитый золотом сюртук. Холеные, с припухлостями руки господина сложены очень элегантно, правый мизинец оттопырен с тем непременным изяществом, с каким положено было его оттопыривать в лучших домах Петербурга середины XVIII века. Господин держит гусиное перо, взор его устремлен вдаль: господии «мечтает мечту».

Официальный художник явно хотел подогнать оригинал под одному ему известный идеал процветающего, сытого и мечтательного придворного. Возможно, художник был вечно голоден, худ, плохо одет, а руки его были в красках. Поэтому и придал он модели столь «прекрасные», по его мнению, черты. (Пример одного такого художника нам известен — это живописец праздности французского двора, островов любви, роскошных дам и богато убранных кавалеров — Антуан Ватто, нищий и больной, материализовавший в полотнах свои мечты и представления о счастье.) Может быть, так было и с портретистом Ломоносова?

Во всяком случае только привычкой к портрету можно объяснить притупление чувства протеста против образа, столь не вяжущегося с нашим представлением о прямолинейном, простом и невероятно трудолюбивом человеке, вышедшем из самой гущи русского народа.

Обильно напудренный и тщательно завитой парик — едва ли не главный объект внимания художника — Ломоносов, по свидетельству его племянницы Матрены Евсеевны, использовал своеобразно: он им «утирался, когда принимался за шти». Руки его были грубы, по-медвежьи сильны, обожжены и съедены кислотой. Ходил он чаще всего в затрапезном лабораторном фартуке.

Раньше считали, что родился Ломоносов в глухой деревне Денисовке, недалеко от Холмогор; но последние исследования выявляют, что он родился в еще более глухой деревне Мишанинской, «недалеко от Денисовки».

В доме своего односельчанина Х. Дудина молодой Михаил Ломоносов увидел однажды странные книги, совсем не церковного содержания. Мы не знаем их точных названий, но исследователи утверждают, что это, по всей видимости, были «Грамматика» Мелентия Смотрицкого и «Арифметика» Леонтия

Магницкого. После смерти односельчанина книги перешли Ломоносову в наследство, открыв перед ним, по его собственному выражению, «врата его учености». Стали они первой искрой великого огня, засверкавшего в темноте российской глубинки.

Ломоносов впоследствии вспоминал о тех временах:

«…имеючи отца, хотя по натуре доброго человека, однако в крайнем невежестве воспитанного, и злую и завистливую мачеху, которая всячески старалась произвести гнев в отце моем, представляя, что я всегда сижу по-пустому за книгами. Для того многократно я принужден был читать и учиться, чему возможно было в уединенных и пустых местах и терпеть стужу и голод, пока я ушел в Спасские школы».

Он стремился в Москву, он знал, куда идти. От выпускников Московской славяно-греко-латинской академии Ломоносов много был наслышан о московском образовании, о высокой культуре Москвы. Но тяжело пришлось ему здесь. Не было ни родственников, ни денег.

Ночевал в розвальнях, на которых прибыл из Холмогор.

Затем его приютили знакомые, а уж потом стал он выбирать себе место для учения. В Москве были тогда Славяно-греко-латинская академия, или в просторечии — Спасские школы, Артиллерийская инженерная и Навигацкая школы, Медицинское училище, цифровые школы.

Поначалу Ломоносов пошел было в Навигацкую школу. Размещалась она в центре Москвы, близ Сухаревской башни. В школе учили грамоте, арифметике, геометрии, тригонометрии. Обучение носило практический характер, и это разочаровало Ломоносова, который хотел вкусить учености во всей ее возможной полноте и начать приобретать ее именно с латыни, с международного языка наук.

Вот почему в студеном январе еще несмело стучится он на Никольской улице в ворота Заиконоспасского монастыря близ самого Кремля, где размещалась Славяно-греко-латинская академия.

Основанная в 1685 году, она была первым учебным заведением, где изучались не только классические языки, но и естественные науки. Академия выпестовала славных питомцев: В. Т. Постникова — первого русского, получившего за рубежом ученую степень доктора медицины, Л. Ф. Магницкого, давшего России знаменитую «Арифметику, сиречь науку числительную», бывшую в свое время энциклопедией математики. Здесь учился С. П. Крашенинников, известный путешественник, первооткрыватель Камчатки и других дальних земель; сподвижник Ломоносова Д. И. Виноградов, много сделавший для создания в России

фарфорового производства.

При Петре академия была самым крупным научно-просветительным центром России, а после его смерти многое было сделано для того, чтобы превратить ее в духовное учебное заведение. Вот почему и принимали туда только детей священнослужителей. Специальный указ Синода предписывал изгонять оттуда «помещиковых людей и крестьянских детей… и впредь таковых не принимать».

Ломоносов скрыл свое «подлое» происхождение, понравился ректору и 19 лет был зачислен в самый низший класс академии, где испытал много горя и обиды.

Вообще учиться в академии всем 236 ученикам было нелегко. За 13 лет следовало пройти восемь «школ», включавших четыре низших класса («фера», «инфима», «грамматика», «синтаксима»), два средних («пиитика», «риторика») и два высших («философия» и «богословие»). Каникул для учеников не предусматривалось. Михаилу было особенно тяжело — он находился среди младших по возрасту своих собратьев. Долго вспоминал он, как «школьники, малые ребята, кричат и перстами указывают: смотри-де какой болван лет в двадцать пришел латыни учиться». Приходилось заниматься денно и нощно, за год оканчивать по три класса. А жить ему было негде, снимал углы у москвичей-доброхотов, денег не было. В 1753 году Ломоносов писал: «*Жалование в шести нижних школах получал по три копейки на день, а в Седьмом — по четыре копейки на день*». И далее так характеризовал свою жизнь в академии: «*Обучаясь в Спасских школах, имел я со всех сторон отвращение от наук, пресильные стремления, которые в тогдашние лета почти непреодоленную силу имели. С одной стороны, отец, никогда детей, кроме меня, не имея, говорил, что я, будучи один, его оставил, оставил все довольство (по тамошнему состоянию), которое он для меня кровавым потом нажил и которое после его смерти чужие расхитят. С другой стороны, несказанная бедность; имея один алтын в день жалованья, нельзя было иметь на пропитание в день больше как на денежку хлеба и на денежку квасу, прочее на бумагу, на обувь и другие нужды. Таким образом жил я пять лет и наук не оставил*».

Читал в эти годы Ломоносов очень много и в числе прочих изучил несколько физических книг. Он все более и более влюблялся в науки. Овладел уже и латинским языком, мог читать по-гречески, знал арифметику, географию, историю.

Часто думал Ломоносов о своем научном предначертании. Влекли его путешествия, открытие новых земель.

Необычайно заинтересовался он российской экспедицией в

Киргиз-кайсацкие и Каракалпакские земли, устраиваемой в 1734 году знаменитым географом И. К. Кирилловым. Эта экспедиция должна была не только изучить степи Закаспия, но и освоить их, защитить народы Средней Азии от постоянных набегов. Экспедиции по штату положен был «ученый священник». Вот на эту роль и претендовал Ломоносов. И быть бы ему священником и географом, кабы не вскрылась его ложь: ведь при поступлении в академию сказался он духовного звания, говорил, что отец у него «холмогорской церкви Пресвятыя богородицы поп Василий Дорофеев». Не знал молодой Ломоносов, что все сведения об учениках проверяются и перепроверяются в камер-коллегии, а как только узнал, бросился в ноги ректору и рассказал ему свою горестную историю.

Едва спасен был Ломоносов от тяжкого наказания.

Говорили, что помог ему просветитель Феофан Прокопович — сподвижник Петра, поборник наук и просвещения России, увидевший большой талант и особое тщание Ломоносова.

Чем далее продвигался в науках Ломоносов, тем яснее понимал, что нужны новые знания, новые книги и учителя. Решил податься в Киево-Могилянскую академию, где, считалось, хорошо преподавали естественные науки. Это, однако, не оправдалось. «Против чаяния своего, — писал биограф Ломоносова в XVIII веке, — нашел только словопрения Аристотелевой философии; не имея же случая успеть в физике и математике, пробыл там меньше года, упражняясь больше в чтении древних летописцев и других книг, писанных на славянском, греческом, латинском языках».

Ломоносов возвращается в Москву и поступает в Предпоследний класс Славяно-греко-латинской академии — «философию». Но тут в конце 1735 года из Санкт-Петербурга был получен приказ отобрать 20 наиболее способных юношей для продолжения обучения в Академии наук. Таких достойных оказалось лишь 12, в их числе— Ломоносов. Отобранные, как говорил ректор академии тогдашнему президенту академии И. А. Корфу, «были остроумия не последнего».

Так начиналась удивительная по яркости и выразительности научная судьба российского самородка.

Хотя сам Ломоносов считал главным занятием жизни своей химию и физику, в нем видели прежде всего поэта и забавника, разрабатывающего, например, проекты дворцовых иллюминаций. В часах, истраченных на науку, Ломоносов должен был чуть ли не оправдываться.

Так, в 1753 году он писал графу Шувалову: «*Полагаю, что мне позволено будет в день несколько часов времени, чтобы их*

вместо бильяру употребить на физические и химические опыты…»

По-видимому, для многих в то время было неожиданностью узнать мнение знаменитого ученого Леонарда Эйлера о его научных работах: «*Все записки Ломоносова по части физики и химии не только хороши, но превосходны, ибо он с такой основательностью излагает любопытнейшие, совершенно неизвестные и неизъяснимые для величайших гениев предметы, что я вполне убежден в верности его объяснений. При этом случае я готов отдать г. Ломоносову справедливость, что он обладает счастливейшим гением для открытия физических и химических явлений, и желательно было бы, чтобы все прочие академики были в состоянии проводить открытия, подобные тем, которые совершил г. Ломоносов*».

Еще большей неожиданностью, видимо, для многих явилось то, что в 1760 году Ломоносов был избран почетным членом Шведской академии наук, а в 1764 году — членом Болонской академии.

Лишь наиболее прозорливые умы России видели в Ломоносове прежде всего великого ученого. А. С. Пушкин считал его «первым русским университетом».

Но возникает странное положение. Ни люди, знавшие Ломоносова, ни те, что жили после него и называли его большим ученым, «не могли описать, что же действительно сделал в науке Ломоносов, за что его надо считать великим ученым» (П. Капица).

Лишь в 1904 году профессор Борис Николаевич Меншуткин взял на себя труд перевести с латинского и немецкого (обоими этими языками Ломоносов прекрасно владел) оригинальные научные труды Ломоносова, изучить их вместе с личной перепиской, заметками и лабораторными журналами. И только тогда, чуть ли не через полтора столетия после его смерти, выяснилось, как гениален был первый русский ученый. Любого из его открытий — законов сохранения вещества и энергии, понятия абсолютного нуля, атмосферы у Венеры, кинетической теории газов и, наконец, теории атмосферного электричества — было бы вполне достаточно, чтобы поставить его имя рядом с самыми великими именами.

Сам М. В. Ломоносов в написанной его рукой «Рукописи сочинениям и другим трудам советника Ломоносова» указывал на следующие свои заслуги в области физики.

«В физических науках.

1) Рассуждение, содержащее новую систему о причинах теплоты и стужи.

2) О подлинной причине упругости воздуха.

3) К тому ж прибавление.

4) Метеорологические наблюдения, учиненныя во время солнечного затмения.

5) О новом манометре, или о махине для измерения ветра.

Физический сочинения, читанный в публичных академических собраниях.

6) О явлениях электрических на воздухе, где изъяснено о громе, о северном сиянии и о кометах.

7) Новая теория о цветах, утвержденная многими новыми опытами физическими и химическими.

8) О сыскании точного пути на море, со многими новыми инструментами.

9) О твердости и жидкости тел и о замерзании ртути.

10) Наблюдения физическия, при прохождении Венеры по Солнцу учиненныя, где примечена великая атмосфера около Венеры…»

Широко известен вклад Ломоносова в создание молекулярно-кинетической теории теплоты, непосредственно связанной с его же атомно-молекулярной концепцией строения материи. Отвергая гипотезу о существовании теплорода, Ломоносов в своем труде «Размышления о причине теплоты и холода» писал: «В наше время причина теплоты приписывается особой материи, которую большинство называет теплотворной, другие — эфиром, а некоторые — элементарным огнем… Это мнение в умах многих пустило такие глубокие корни и настолько укрепилось, что повсюду приходится читать в физических сочинениях о внедрении в поры тел названной выше теплотворной материи, как бы привлекаемой каким-то приворотным зельем; или, наоборот, — о бурном выходе ее из пор, как бы объятой ужасом. Поэтому мы считаем нашей обязанностью подвергнуть эту Гипотезу проверке».

Далее Ломоносов приходит к поистине гениальному прозрению: «…нельзя назвать такую большую скорость движения, чтобы мысленно нельзя было представить себе другую, еще большую. Это по справедливости относится, конечно, и к теплотворному движению, поэтому невозможна высшая и последняя степень теплоты как движения. Наоборот, то же самое движение может настолько уменьшиться, что тело достигает, наконец, состояния совершенного покоя, и никакое дальнейшее уменьшение движения невозможно. Следовательно, по необходимости должна существовать наибольшая и последняя ступень холода, которая должна состоять в полном прекращении вращательного движения частиц».

Это — концепция «абсолютного нуля».

Как могло случиться, что Ломоносов, в трудах которого

можно найти мысли, опережающие его время иной раз на сотню лет, открывший наиболее фундаментальные законы Вселенной — законы сохранения количества движения и закон сохранения материи, ученый, широко известный за границей и опубликовавший десятки книг, при жизни не оказал существенного влияния на ход мировой науки?

Разные авторы отвечают на этот вопрос по-разному.

Среди предполагаемых причин — и полное одиночество Ломоносова-ученого в России, и его смелые идеи, опередившие состояние науки того времени на век, и засилье иностранцев, и борьба Ломоносова с ними в Академии наук. Рассматривая этот же вопрос, академик П. Л. Капица считает, что не последнюю роль здесь сыграло и то, что Ломоносов со времени своего возвращения из-за границы, где он учился, в Россию не имел никакого личного контакта с зарубежными европейскими учеными, не мог рассказать им о своей работе. Видимо, и тогда, хотя научной литературы было в то время не в пример меньше, чем сейчас, не все, что писалось, читалось, а тем более понималось. Нужно было иной раз и просто пропагандировать свои идеи, тем более что большинство их было действительно гениально, непривычно, необычно!

Трудно даже вообразить себе те условия, в которых пришлось работать гениальному человеку. К двухсотлетию со дня смерти Ломоносова в Академии наук СССР был выпущен сборник «Летопись жизни и творчества Ломоносова». Один исследователь взял наудачу один год из этой летописи и проанализировал содержание документов, касающихся жизни Ломоносова за год.

Документов набралось 60. Из них 26 отражали различные «инциденты», происшедшие между Ломоносовым и окружавшими его «господами академиками-профессорами». Документы следственной комиссии, протоколы собраний, на которых разбиралась жалоба на Ломоносова его коллеги конференц-секретаря Винцегейма по поводу его «непристойных», «неморальных» поступков, распоряжение об аресте Ломоносова и т. п.

19 документов касаются денежных затруднений Ломоносова, задержки ему жалованья, просьб Ломоносова о выдаче ему в счет жалованья денег «для расплаты долгов и пропитанья».

В небольшом числе прочих документов — бумаги, относящиеся к организации химической лаборатории, где, собственно, и проходила вся работа Ломоносова как по химии, так и по физике.

Кабинетом физики заведовал Георг Вильгельм Рихман, один из крупнейших физиков того времени, друг Ломоносова. Рихман

живо интересуется электричеством, проводит многочисленные опыты. В его распоряжении целое собрание электрических машин (речь идет здесь, разумеется, не об электрических машинах в современном смысле этого слова, а об электростатических машинах типа машины Герике, а точнее, типа сегодняшней школьной электростатической машины), многие выполнены знаменитым первооткрывателем «лейденской банки» Мушенбреком. (Когда Петр Первый понял, что России необходима Академия, он сделал следующее указание: «О новых машинах и инструментах, как в физике, так и в математике потребных, ведение взять. О цене и поелику возможно и о употреблении их спросить и сюды прислать… Господину Муссенброку машины и инструменты, к физике экспериментальной принадлежащие, сделать повелеть… Из Англии промыслить такого человека, который бы с экспериментами обходиться и инструменты к тому принадлежащие изготовляти мог»). Инструменты Мушенбрека исправно служили в кабинете Рихмана.

Однако все эксперименты, производившиеся с этими приборами, нельзя было оценить цифрами — и это очень сдерживает научную деятельность Рихмана. Ведь все явления приходилось описывать лишь качественно. Так, Ломоносов разработал своеобразную школу качественной оценки электричества: «синеватые искры», «ясные синеватые», «весьма красные», «вишневые».

Ясно, что для того, чтобы электричество превратить в настоящую, точную науку, такой способ оценки «силы» электричества не годился. Электричеству для его дальнейшего процветания нужно было уже число. Величайшей исторической заслугой Рихмана явилось то, что был он одним из первых, если не первым, кто превратил электричество в точную науку. К сожалению, в руководствах по физике иной раз Рихман упоминается прежде всего как случайная жертва молнии, а не как один из великих ученых-электриков. Для нас особую ценность имеет еще и тот факт, что Рихман и Ломоносов были первыми русскими учеными-электриками (Рихман, правда, был эстляндский немец, один из тех, кого «выписали» специально для Санкт-Петербургской академии наук за большие деньги; однако он не ставил обогащение своей первой задачей, как иные окопавшиеся в академии иностранцы, и неоднократно подчеркивал, что все его открытия принадлежат России).

Ломоносов электричеством занимался относительно немного, будучи невероятно занятым как «прочими против физики делами», так и другими в физике отраслями. Но и то, что он сделал, уже ставит Ломоносова в ряд с наиболее выдающимися

физиками всего мира.

Будучи убежденным материалистом, Ломоносов, естественно, не мог признать какого-то электрического действия на расстоянии — «ни через что, просто на расстоянии». Его теория электричества — логическое продолжение его теорий теплоты, справедливых и по сей день.

«*Все электрические явления, притяжение, искры и т. п. состоят в движении: движение же не может возбуждаться в теле без другого движения. Поэтому должна быть нечувствительная материя вне электризованного тела, которая и производит эти действия…*»

Но что это за нечувствительная материя (надо, видимо, иметь в виду, что «нечувствительная» — здесь не та материя, которая не может чувствовать, а та, которую мы не можем чувствовать, то есть воспринимать с помощью своих чувств). Может быть, это воздух, передающий электричество с помощью такого же механизма, которым через воздух передается теплота? Но нет, эксперименты показывают обратное — пушинки прилипают к янтарю, например, и в безвоздушном пространстве.

И Ломоносов уверенно пишет: «*Так как электрические явления происходят в пространстве, лишенном воздуха, то зависят от эфира, а потому, вероятно, нечувствительная материя и есть эфир*».

А что это за новое слово? Не происходит ли здесь всем известный процесс «изгнания Сатаны с помощью Вельзевула», подмена туманного термина другим, еще более неопределенным? Что за таинственный эфир, какие свойства приписываются ему Ломоносовым? Эфир, по его мнению, — «нечувствительная» среда, заполняющая весь мир, все промежутки между телами и их мельчайшими частичками. Эфир служит для передачи тепла и света; он способен двигаться и состоит из мельчайших частичек.

Можно даже попытаться вызвать в сознании образ, видимо, стоявший перед Ломоносовым при писании и произнесении слова «эфир». Это какая-то жидкая волнующаяся среда, движение которой дает электричество.

Образ ее — сверкающая, раскаленная, тончайшая жидкость. Ломоносов так и переводит слово «эфир» на латинский (его диссертация «Теория электричества, матически выведенная автором М. Ломоносовым» написана по-латыни) — «сжигаю», «сверкаю».

Здесь же перл гениальности: «…вероятнейшей причиной электричества будет движение эфира…» Если учесть, что вкладывал Ломоносов в понятие «эфир», особенно в части электрического воздействия одного тела на другое посредством

вполне материальной среды, то ясно, что ломоносовское понимание «эфира» чрезвычайно близко введенному впоследствии Фарадеем понятию электромагнитного поля. Интуитивно чувствуя, что «эфир» недостаточно полно соответствует свойствам предполагаемой промежуточной среды, Ломоносов сознательно не ограничивается эфиром. Он пишет так: «…вероятнейшей причиной электричества будет движение эфира… если потом не найдется какая-нибудь другая материя…» (!!!). Вот он, почерк гения!

Здесь, конечно, не следует и упрощать: электричество, известное Ломоносову и Франклину, — статическое электричество. До электричества «гальванического», мощного, движущегося, нужны еще десятки лет, нужны открытия Вольта и Гальвани. Да и «движение» здесь — не совсем то движение, которое имел в виду через десятки лет Фарадей. Но Ломоносов, естественно, не мог предусмотреть этих открытий. И тем более достойна удивления его прозорливость. Когда все стало относительно ясным, оказалось, что на скуднейшем материале, имевшемся в то время, Ломоносов смог сделать глубочайшие обобщения, не потерявшие своей справедливости и по сей день, особенно если учесть, что эфир Ломоносова — нечто близкое современному понятию «поля». Электричество имеет своей причиной движение поля, — пишется и в современных учебниках.

До сего времени не потеряла своего значения и теория атмосферного электричества, разработанная Ломоносовым. Особую роль в ней играют восходящие и нисходящие вертикальные потоки воздуха, электризующиеся от трения при своем движении. Так считают и сейчас, через 200 с лишним лет!

Теория эта создавалась Ломоносовым еще до того, как он узнал об экспериментах Франклина. «Франклину в своей теории атмосферического электричества я ничего не должен», — писал он.

Когда Петербурга достигли вести об опытах Франклина, Ломоносов с увлечением принимает близкие ему самому идеи Франклина, причем безоговорочно и решительно — это ценно, если учесть, что Америка считалась тогда научной провинцией, и любая американская теория должна была еще пробивать себе дорогу в воззрениях европейских ученых. В предыдущей главе мы показали, как трудно утверждались в жизни идеи Франклина — вопреки государственным запретам, «протестам общественности» и даже иной раз с помощью судебных процессов. Ломоносов писал по поводу работ Франклина:

«Никто бы не чаял, чтобы из Америки надлежало

ожидать новых наставлений об электрической силе, а однако учинены там наиважнейшие изобретения. В Филадельфии, в Северной Америке, господин Вениамин Франклин столь далеко отважился, чтобы вытягивать из атмосферы тот страшный огонь, который часто целые земли погубляет».

Ломоносов и Рихман решают повторить опыты Франклина и углубить их. Рихману, кроме того, не терпелось приспособить свой электрометр к измерению электрической силы молнии.

В «Петербургских ведомостях» № 50 за 1752 год подробно описывалась созданная Рихманом у себя дома установка (аналогичные установки были построены и Ломоносовым у него дома и в Усть-Рудицах).

«Понеже в разных ведомостях объявлено важнейшее изобретение, а именно: что электрическая материя накая с материей грома, то здешний профессор физики г. Рихман удостоверил себя о том и некоторых смотрителей следующим образом. Из середины дна бутылочного выбил он иверень, сквозь бутылку продел железный прут длиною от 5 до 6 футов, толщиною в один палец и заткнул горло бутылки коркою. После велел он из верхушки кровли вынуть черепиц и пропустил туда прут, так что он от 4 до 5 футов высунулся, а дно бутылки лежало на кирпичах. К концу прута, который под кровлею из-под дна бутылочного высунулся, укрепил он железную проволоку и вел ее до среднего апартамента все с такою же осторожностью, чтобы проволока не коснулась никакого тела, проводящего электрическую силу.

Наконец, к крайнему концу проволоки приложил он железную линейку, так что она перпендикулярно вниз висела, а к верхнему концу привязал шелковую нить, которая с линейкой параллельно, а с широчайшею стороною линейки в одной плоскости висела… и начал уже сначала одного месяца по вся дни следовать, отскочит ли нить от линейки, и произведет ли потому какую электрическую силу, токмо не приметил ни малейшей перемены в нити… Чего ради с превеликою нетерпеливостью ожидал грому, который 18 июля в полдень и служился. Гром, по-видимому, был не близко от строения, однако ж он после первого удара тотчас приметил, что шелковая нить от линейки отскочила…»

Ломоносову на подобной же установке удалось большее — он независимо от французского физика Л. Г. Лемонье обнаружил с помощью «электрического указателя» электрическое поле в атмосфере при отсутствии молнии и грома. Он наблюдал и в электрометре различные искры, которые классифицировал (мы уже говорили об этом) как «синеватые», «ясные синеватые», «весьма красные», «вишневые». Ничего подобного Рихману наблюдать не удалось, и поэтому Рнхман не соглашался с Ломоносовым.

Особенно широкий размах приобрели исследования летом 1753 года. На 6 сентября того года назначено было ежегодное публичное собрание Академии наук, на котором оба ученых должны были выступить с докладами по атмосферному электричеству. Времени оставалось мало, и ученым нельзя было пропускать ни одной грозы.

Вот почему, едва только 26 июля с севера поднялась большая грозовая туча, оба ученых заспешили к своим инструментам. Туча была гигантской, внутри нее грохотали громы, она черной стеной надвигалась на Васильевский остров, где жили Ломоносов и Рихман. Стояла страшная духота. Дождя не было. Все жители захлопывали ставни, спасаясь от возможных ударов молний.

«Сперва, — пишет Ломоносов, — не было электрической силы, но через некоторое время она появилась и из проволоки стали выскакивать искры при приближении к ней проводящих предметов. Внезапно гром чрезвычайно грянул в то самое место, как я руку держал у железа и искры трещали… Все от меня прочь бежали, и жена просила, чтобы я прочь шел». Кончилось тем, что решительная жена Ломоносова потребовала, чтобы он отошел от приборов и садился за стол — поданы были щи. И Ломоносов подчинился. «Да и электрическая сила почти перестала».

Рихман побежал домой, завидев первые же признаки грозы. Он захватил с собой гравера Соколова, который должен был зарисовать опыты.

Прибежав домой и не переменив даже парадного костюма, Рихман устремился к своей установке. Шелковинка электрометра была вертикальной, то есть в таком именно положении, в котором она и должна была быть по представлениям Рихмана — молнии еще не было, а «гром еще далеко отстоял».

«Теперь нет еще опасности, — сказал Рихман Соколову, — однако, когда туча будет близко, то может быть опасность».

Он повернулся к электрометру и тут прямо в лоб его ударил голубоватый огненный шар. Раздался страшный грохот, и оба — Рихман и Соколов — упали, первый — на сундук, второй — на пол.

Жена Рихмана, услышав грохот в сенях, вбежала туда и увидела мужа бездыханным, а Соколова — оглушенным. Она попыталась восстановить мужу дыхание, но тщетно. Кликнуты были люди и посланы бегом за лекарем и за Ломоносовым. Ломоносов писал впоследствии:

«*Прибывший медицины и философии доктор Х. Г. Кратценштейн растер тело ученого унгарской водкой, отворил кровь, дул ему в рот, зажав ноздри, чтобы тем дыхание привести в движение. Тщетно. Вздохнув, признал смерть…*»

«Я пощупал у него тотчас пульс, — писал Кратценштейн, — *но не было уже биения; после пустил я ему ланцетом из руки кровь, но вышла токмо одна капля оной. Я дул ему, как то с задохшимися обыкновенно делается, несколько раз, зажав ноздри, в рот, дабы тем кровь привесть паки в движение, но все напрасно: при осмотре нашел я, что у него на лбу на левой стороне виска было кровавое красное пятно с рублевик величиною, башмак на левой ноге над меньшим пальцем в двух местах изодрало, а вокруг изодранного места видны были малые белые пятнышки, на черном шелковом шнурке видны были такие же крапины, но чулка не обожгло.*

Как скинули чулок, то под прошибленным местом нашли кровавое же и багровое пятно, а пята была синевата, на теле сверху у груди и под ребрами на левой стороне видны были багровые пятна такой же величины, как на лбу».

Оба ученых тщательным образом исследовали тело Рихмана и состояние квартиры. Все было отмечено — и важное, и неважное, или, точнее, казавшееся неважным.

«…Было у покойного Рихмана в левом кафтанном кармане семьдесят рублев денег, которые целы остались…», однако «… часы движение свое остановили» и «с печи песок разлетелся».

Все это нужно было не только для того, чтобы полностью разобраться в причине смерти первой жертвы планомерных исследований электричества, но и для того, чтобы лучше понять, как же надо оберегаться от гроз и как грозу все-таки можно исследовать.

Ломоносов сделал подробные продольный и поперечный планы дома Рихмана, где обозначил и местоположение участников драмы в момент удара, и все приборы, повреждения и другие особенности обстановки. Опрошены были и соседи. «Молнию, извне к стреле блеснувшую, многие сказывали, что видели».

Описание экспериментальной установки мы уже давали цитатой из «Санкт-Петербургских ведомостей». Установка, как мы видели, оканчивалась железной линейкой, то есть заземлена не была. Разумеется, к такой опасной установке и близко подпускать

никого нельзя было. Однако чем больше читаешь рапорты Ломоносова и Кратценштейна, тем больше убеждаешься в том, что Рихман был не столько жертвой электрического эксперимента, сколько несчастного случая.

Например, в рапорте отмечаются повреждения от удара, непосредственно не связанные с электрической цепью, через которую могла бы пройти молния: «у дверей в кухне отшибло иверень в два фута длиною», он был разбит «в мелкие частицы» и далеко отброшен. Деревянная колода, находившаяся у дверей в сени, также разбита была «сверху донизу», ее «отшибло вместе с крючьями и вместе с дверью в сени бросило». «Посему неизвестно, не сей ли вшедший луч молнии, который по скоплению людей и в соседстве на улице жестоко шумел и пыль вертел и поднимал, без того прошел в сии двери и повредил там бывших». Ломоносов, анализируя положение дверей и окон, а также взаимное расположение аппаратуры и пострадавших, тоже отметил, что «однако отверено было окно в ближнем покое», и «двери пола была половина»… и поэтому «движение воздуха быть могло».

Отсюда напрашивается вывод, что первопричиной несчастья была, скорее всего, шаровая молния («луч молнии… пыль вертел и поднимал»), прошедшая через входную дверь к сеням, которая вовсе не обязательно должна была быть связана с экспериментами Рихмана.

Такая молния могла войти и разорваться в любом доме, где «окно было отворено», и «движение воздуха быть могло». Ведь и Соколов говорил насчет «шара». А шаровой молнии вовсе нет необходимости идти по железной проволоке для того, чтобы проникнуть внутрь помещения — для этого ей необходимы лишь слабые потоки воздуха.

К сожалению, соображения подобного толка (на таких настаивал и доктор Кратценштейн) не нашли в то время должного исследователя. Слишком уж гипнотизирующей, очевидной оказывалась в глазах людей, только что узнавших об электрической природе молнии, связь между смертью Рихмана — исследователя молнии — и его аппаратурой. Я написал выше «к сожалению» не случайно. Видимо, смерть Рихмана оказала очень сильное впечатление на ученых того времени. Положительным, конечно, было то, что стали применяться новые меры безопасности, но вместе с тем нельзя отрицать возможности охлаждения к наукам не только не слишком храбрых ученых, но и многочисленных людей, от которых в те времена зависело процветание наук. Ломоносов это прекрасно понимал. Так, в своем знаменитом (А. С. Пушкин восхищался им) письме к графу

Шувалову он писал:

> «Милостивый государь Иван Иванович! Что я ныне к вашему превосходительству пишу, за чудо почитайте, для того, что мертвые не пишут. Я не знаю еще или по последней мере сомневаюсь, жив ли я, или мертв. Я вижу, что господина профессора Рихмана громом убило в тех же точно обстоятельствах, в которых я был в то же самое время… Между тем умер господин Рихман прекрасною смертию, исполняя по своей профессии должность. Память о нем никогда не умолкнет… Между тем, чтобы сей случай не был протолковал противу приращения наук, всепокорнейше прошу миловать науки».

Из письма видно, что и сам Ломоносов полагал установку Рихмана виновной в его смерти. Такая точка зрения до сих пор широко распространена. Так, в книге «Дороги электричества» я прочел, что Рихман «схватился за стержень» своей громовой машины. В прекрасно иллюстрированной книге Митчела Уилсона об американских изобретателях одна гравюра изображает, как дато сверху прямо в установку Рихмана бьет стремительный зигзаг молнии. В «Беседах о физике» стрела молнии устремляется из установки, словно быстрое жало змеи, прямо на Рихмана.

После смерти Рихмана Ломоносов один продолжает опыты по электричеству. Понимая важность проблемы, он даже предлагает в академии конкурсную задачу, чтобы «на 1755 год, к первому числу июня месяца… сыскать подлинную электрической силы причину и составить точную ея Теорию».

К сожалению, непомерная занятость, невозможность иметь большое число учеников и слабая оснащенность лаборатории оборудованием не позволили Ломоносову заняться разрешением этого чрезвычайно сложного вопроса. Однако в процессе опытов над электрическими явлениями в атмосфере Ломоносов делает еще одно открытие, способное сделать его имя знаменитым. Вот что сам он пишет об этом: «*Возбужденная электрическая сила в шаре, из которого воздух вытянут, внезапные лучи испускает, которые во мгновение ока исчезают и в то же время новые на их место выскакивают, так что беспрерывное блистание быть кажется. В северном сиянии всполохи или лучи, хотя не так скоропостижно происходят по мере пространства всего сияния, однако вид подобный имеют…*»

Впервые после Ломоносова опыты по воспроизведению полярных сияний «в шаре, из которого воздух вытянут», проводили немцы Брюхе и Энде в 1929–1930 годах, то есть почти

через 200 лет.

Два важнейших открытия сделаны Ломоносовым в процессе этого небольшого эксперимента. Во-первых, Ломоносов первым из ученых столкнулся здесь с искусственно созданным человеком веществом «в четвертом состоянии» — с плазмой. Во-вторых, ему удалось убедительно ответить на вопросы, поставленные им несколько лет назад в стихотворной форме под впечатлением грандиозного полярного сияния, наблюдавшегося в 1743 году в Петербурге:

Но где ж, натура, твой закон?
С полночных стран встает заря!
Не солнце ль ставит там свой трон?
Не льдисты ль мечут огнь моря?
Что зыблет ясной ночью луч?
Что тонкий пламень в твердь разит?
Как молния без грозных туч
Стремится от земли в зенит?

Свечение плазмы родственно «сполохам или лучам» северного сияния — вот ответ Ломоносова на его же вопросы, казавшиеся риторическими.

Можно бессчетно находить перлы гениальности в записках, письмах, заметках, докладах, диссертациях Ломоносова… Он много, видимо, слишком много работал — здоровье его пошатнулось.

Он сам писал об этом: «*Многими трудами пришло мое здоровье в великую слабость, и часто лом в ногах и раны не допускают меня больше к исправлению должности, так что прошлой зимы и весны лежал я двенадцать недель в смертной постеле и ныне тяжко болен*». Печалью и унынием проникнуты последние письма Ломоносова.

«Бороться не могу, — сообщал он М. И. Воронцову 24 июля 1762 года, — будет с меня и одного неприятеля, то есть недужной старости. Больше ничего не желаю, ни власти, ни правления». И тем не менее малейшее улучшение в состоянии здоровья, перерывы в болезни он использует для научной деятельности: готовит диссертацию «О тягости по земному глобусу», составляет план работ «Система всей физики», а также «Испытание причины северного сияния и других подобных явлений».

С марта 1765 года болезнь начала сильно прогрессировать. Предсмертной тоской проникнуто его письмо: «*…я не тужу о смерти: пожил, потерпел, и знаю, что обо мне дети Отечества пожалеют*». Ломоносов умер 4 апреля 1765 года (по старому

стилю) в пять часов вечера на 54-м году жизни.

Крупный русский просветитель XVIII столетия Н. И. Новиков, написавший первую биографию Ломоносова, так характеризовал его: *«…нрав имел он веселый, говорил коротко и остроумно и любил в разговорах употреблять острые шутки; отечеству и друзьям своим был верен, покровительствовал упражняющимся в словесных науках и ободрял их; в обхождении был по большей части ласков, к искателям его милости щедр; но при всем том был горяч и вспыльчив*».

Ломоносов умер, почитаемый больше за организатора русской науки или за стихотворца, но никак не за величайшего ученого, имя которого должно было бы стоять рядом с именами Ньютона и Франклина. И долгое время о нем вспоминали лишь в таком качестве; редко кто знал, что он был великим ученым. И только в руководствах по истории химии иной раз попадались краткие упоминания о Ломоносове-ученом подчас в несколько курьезном преломлении: «Среди русских химиков, которые стали известными химиками, мы упомянем Михаила Ломоносова, которого не надо смешивать с поэтом того же имени».

Было бы преувеличением сказать, что смерть Ломоносова была драматически воспринята руководством академии и двором. Князь Павел, в частности, отреагировал на смерть гениального ученого следующей памятной фразой: «А чего дурака жалеть? Только казну разорял, а ничего не сделал».

Ломоносова-ученого почти забыли до начала XX века, когда его труды стали внимательно изучать в связи со стопятидесятилетием созданной Ломоносовым первой русской научной лаборатории. И только тогда выяснилось, что в течение полутора веков находившиеся в забвении труды Ломоносова хранили величайшие откровения.

Гальвани — «воскреситель мертвых»

В конце 1780 года профессор анатомии в Болонье Луиджи Гальвани, 54 лет, занимался в своей лаборатории изучением нервной системы отпрепарированных лягушек, еще вчера квакавших в неотдаленном пруду.

Совершенно случайно получилось так, что в той комнате, где в ноябре 1780 года Гальвани изучал на препаратах лягушек их нервную систему,[7] работал еще его приятель — физик, производивший опыты с электричеством. Одну из отпрепарированных лягушек Гальвани по рассеянности положил на стол электрической машины.

В это время в комнату вошла жена Гальвани. Ее взору предстала жуткая картина: при искрах в электрической машине лапки мертвой лягушки, прикасавшиеся к железному предмету (скальпелю), дергались. Жена Гальвани с ужасом указала на это мужу.

Галантные болонцы всегда с удовольствием подчеркивают: не Гальвани, а его жена — автор столь важного открытия. Ей был даже посвящен сонет:

> Ее открытьем кто не восхищался,
> Умерших лягушачьих лапок жизнью быстрой,
> Когда исторглись из машины искры,
> И скальпель к нежным нервам прикасался…

Гальвани же по этому поводу был совершенно иного мнения. У нас сохранились подробные описания эксперимента Гальвани, сделанные им самим. Столкнувшись с необъяснимым явлением, Гальвани счел за лучшее особо позаботиться о детальном воспроизведении опытов.

«Я считал, что сделаю нечто ценное, — писал Гальвани, — если кратко и точно изложу историю моих открытий в таком порядке и расположении, в каком мне их доставил отчасти случай и счастливая судьба, отчасти трудолюбие и прилежание. Я сделаю это, чтобы дать как бы факел в руки тех, кто пожелает пойти по тому же пути исследования».

Последуем же за Гальвани в его знаменитых опытах:

> «Я разрезал лягушку и положил ее безо всякого умысла на стол, где на некотором расстоянии стояла электрическая машина. Случайно один из моих

ассистентов дотронулся до нерва лягушки концом скальпеля, и в тот же момент мускулы лягушки содрогнулись как бы в конвульсиях.

Другой ассистент, обыкновенно помогавший мне в опытах по электричеству, заметил, что явление это происходило лишь тогда, когда из кондуктора машины извлекалась искра.

Пораженный новым явлением, я тотчас же обратил на него свое внимание, хотя замышлял в этот момент совсем иное и был всецело поглощен своими мыслями.

Меня охватила неимоверная жажда и рвение исследовать это и пролить свет на то, что было под этим скрыто».

Гальвани решил, что все дело тут в электрических искрах. Для того чтобы получить более сильный эффект, он вывесил несколько отпрепарированных лягушачьих лапок на медных проволочках на железную садовую решетку во время грозы. Однако молнии — гигантские электрические разряды никак не повлияли на поведение отпрепарированных лягушек. Что не удалось сделать молнии, сделал ветер. При порывах ветра лягушки раскачивались на своих проволочках и иногда касались железной решетки. Как только это случалось, лапки дергались. Гальвани, однако, отнес явление все-таки на счет грозовых электрических разрядов.

«После успешных опытов во время грозы я пожелал, — пишет Гальвани, — обнаружить действие атмосферного электричества в ясную погоду. Поводом для этого послужило наблюдение, сделанное мною над заготовленными лапками лягушки, которые, зацепленные за спинной нерв медным крючком, были повешены на железную решетку забора моего сада: лапки содрогались не только во время грозы, но иногда, когда небо было совершенно ясно. Подозревая, что эти явления происходят вследствие изменения атмосферы в течение дня, я предпринял опыты.

В различные часы в продолжение ряда дней я наблюдал нарочно повешенную на заборе лапку, но не обнаружил каких-либо движений в ее мускулах. Наконец, утомленный в напрасном ожидании, я прижал медный крюк, который был продет через спинной мозг, к железным перилам с целью заметить какие-либо сокращения лапки, но, по-видимому, они не находились в связи с электрическим состоянием атмосферы.

Однако в то время, когда я производил опыт под открытым небом, я был склонен принять теорию, что сокращения возникают вследствие атмосферного электричества, которое, постепенно проникнув в животное и собравшись в нем, неожиданно разряжалось, когда крючок приходил в соприкосновение с железными перилами.

Так легко обманываем мы себя при опытах и думаем, что действительно видели то, что желаем видеть.

Когда я перенес лягушку в комнату и положил на железную дощечку и когда я прижал медный крючок, который был продет через спинной нерв, к дощечке, те же спазматические содрогания были налицо.

Я производил опыт с разными металлами в различные часы дня в разных местах — результат был один и тот же, разница была в том, что содрогания были более сильные при одних металлах, чем при других.

Затем я испытывал различные тела, которые не являются проводниками электричества, например, стекло, смолу, резину, камень и сухое дерево.

Явлений не было.

Это было несколько неожиданно и заставило меня предположить, что электричество находится внутри животного. Это подозрение усилилось наблюдением, что нечто вроде тонкой нервной жидкости (подобно электрическому разряду в лейденской банке) совершает переход от нервов к мускулам, когда происходит содрогание.

Например, в то время как я одной рукой держал препарированную лягушку за крючок, продетый через спинной нерв, так что она касалась лапками серебряной чашки, а другой рукой касался крышки или боков с помощью какого-либо металлического предмета, я, к своему удивлению, увидел, что лапка лягушки сильно содрогалась всякий раз, как я повторял этот опыт».

Эта несколько затянувшаяся цитата — интересная иллюстрация творческого метода Гальвани. Он провел, по сути дела, все эксперименты для того, чтобы сделать правильные выводы: отдадим дань его умению ставить эксперименты, он показал, что для эффекта необходимы металлы; он показал, что при телах, не являющихся проводниками электричества, никакого эффекта нет; наконец, он показал даже, что разные металлы дают разный эффект. Но он не обратил внимания на то, что эффект

наблюдался только при наличии двух различных металлов — вчитайтесь в последний абзац, и вы увидите это.

Гальвани приписывал металлам лишь пассивную роль проводников электричества. Поэтому вывод его абсолютно (в его представлении) логичен: если при прикосновении к лапкам непроводников эффекта нет, стало быть, источник электричества, «лейденская банка», находится где-то внутри лягушки.

Трактат Гальвани «Об электрических силах в мускуле» вышел в 1791 году. Буря страстей, поднятая им, по свидетельству современников, была сравнима с политической бурей, вызванной поднимавшейся Французской революцией.

* * *

> За много лет до Гальвани, в 1752 году, шведский философ Иоган Георг Зульцер опубликовал следующее наблюдение: «Если два куска металла, один — оловянный, другой — серебряный, соединить… и если приложить их к языку, то последний будет ощущать некоторый вкус, довольно похожий на вкус железного купороса, в то время как каждый кусок металла в отдельности не дает и следа этого вкуса». Это — видоизмененный опыт Гальвани: вместо лягушки индикатором электричества является язык. Более того, в 1756 году Марко Кальдани наблюдал и описал содрогание лапки лягушки вблизи электрической машины, но… не придал этому никакого значения.

* * *

Опыты Гальвани, в силу их интригующей необычности, сразу же завоевали громадную популярность — бессчетное множество физиков, химиков, философов, врачей стали одно время проявлять повышенный интерес к лягушкам, в особенности к их лапкам. Этот «интерес» попал даже в старую техническую энциклопедию.

«В течение целых тысячелетий холоднокровное племя лягушек беззаботно совершало свой жизненный путь, как наметила его природа, зная одного только врага, господина аиста, да еще, пожалуй, терпя урон от гурманов, которые требовали для себя жертвы в виде пары лягушачьих лапок со всего несметного рода. Но в исходе позапрошлого столетия наступил злосчастный век для лягушек. Злой рок воцарился над ними, и вряд ли когда-либо лягушки от него освободятся. Затравлены, схвачены, замучены, скальпированы, убиты, обезглавлены — но и со смертью не пришел конец их бедствиям. Лягушка стала физическим прибором, отдала себя в

распоряжение науки. Срежут ей голову, сдерут с нее кожу, расправят мускулы и проткнут спину проволокой, а она все же не смеет уйти к месту вечного упокоения; повинуясь приказанию физиков или физиологов, нервы ее придут в раздражение и мускулы будут сокращаться, пока не высохнет последняя капля «живой воды». И все это лежит на совести у Алоизо Луиджи Гальвани».

Не только лягушачья «живая вода» подвергалась действию электричества. Итальянец Запотти добился стрекотания мертвого кузнечика. Сам Гальвани заставлял дергаться конечности свежезабитых овец и кроликов, а французский хирург Ларрей производил аналогичные опыты с только что ампутированной человеческой ногой.

Но особенно большие надежды возникли при исследовании нервной системы умерших людей. Вообще мысли о бессмертии, о восстановлении жизни умерших занимали большое место в попытках приложить электроды к трупу. Первые исследования, проведенные французами Дюпюитреном, Нистеном и Гильотеном, были, правда, не очень обнадеживающими. Зато племянник Гальвани— Жан Альдини добился некоторого успеха. В 1803 году он приложил электроды к телу повешенного. Губы трупа и его веки стали подергиваться.

Однако наибольший резонанс среди широкой публики вызвали эксперименты доктора Ура из Глазго. Он производил опыты с повешенными преступниками. Первый его успех — воспроизведение у трупа дыхательных движений. Но если у трупа можно восстановить дыхание, то, может быть, можно восстановить и другие функции организма? Однажды доктор Ура приложил один электрод к пятке трупа, другой — к ресничному нерву. Лицо повешенного внезапно ожило, он приоткрыл рот, глаза его стали оглядывать окружающих. Ужас сковал присутствующих, многие упали в обморок, другие не могли в течение нескольких дней прийти в себя…

Мечты о бессмертии! Сколько разбитых надежд породили вы во все времена! И одно из самых сильных разочарований — провал всех надежд на электрический ток, с помощью которого якобы можно оживлять трупы.

Однако за полтора века, прошедших со времени первых экспериментов, электричество все же спасло жизнь не одному человеку. Взять хотя бы случаи, когда остановившееся сердце больного, подстегнутое в современной клинике ударом электрического бича, вновь начинает свою непрерывную работу. В ряде случаев электрический удар оказывается полезным при параличах. Я уж не говорю об электротерапии, которая многим

тысячам продлила полноценную жизнь.

Опыты Гальвани и его представления о «животном электричестве» развились за полтора столетия в стройное учение о биотоках живых организмов. Даже такие сложные процессы, как процесс запоминания, удалось объяснить с помощью электричества.

Одна из электрических теорий памяти предполагает, что поступающая в мозг информация преобразуется в индивидуальную систему электрических цепей, причем каждому «следу» соответствует своя электрическая цепь.

Поскольку нервных клеток в мозге человека более 10 миллиардов, то разнообразие «следов», которые могут остаться в этих клетках, бесконечно велико, во всяком случае, вполне достаточно для того, чтобы и на склоне лет в мозге человека «находилось место» для новых знаний и эмоций.

Прикладывание электродов к телу людей нашло еще одно неожиданное применение: для нахождения пуль в теле раненого. Методы отыскания пуль были разными. Так, французский хирург Нелатон искал пулю, глубоко засевшую в теле великого Гарибальди, с помощью зон да с наконечником из пористого фарфора. Когда зонд касался свинца, наконечник его чернел — это было единственным свидетельством того, что пуля именно здесь.

Врач Фабр предложил использовать острые электрические электроды: когда цепь замыкалась, было ясно, что зонды наткнулись на пулю. Преимущество такого способа в возможности распознать пулю, прикрытую обрывками ткани и не зачерняющую вследствие этого пористого наконечника зонда.

Заканчивая рассказ о Гальвани, особо отметим тот факт, что его открытие было сделано как раз вовремя.

Ведь за 100 с лишним лет до Гальвани, в 1678 году, физиолог Шваммердам показывал великому герцогу Тосканскому точно такой же, как у Гальвани, опыт с лягушкой, подвешенной на серебряной нити. Видимо, то открытие сделано было слишком рано. Шваммердама успели забыть. Гальвани ничего и никогда о нем не слышал.

Вольта держит две монеты во рту

В 1900 году, когда исполнилось 100 лет со дня великого открытия Алессандро Вольта, в городке Комо в Италии, где он родился, устроена была электрическая выставка, сопровождавшаяся пышными церемониями.

На выставке в особом павильоне представлены были любовно собранные уникальные приборы и личные вещи Вольта.

По иронии судьбы, богатая выставка, посвященная памяти одного из создателей электротехники, полностью сгорела в результате пожара, вызванного неисправностью электропроводки. В огне погибли драгоценные реликвии — приборы Вольта и его личные вещи. Избежал огня лишь сенаторский меч, некогда подаренный Вольта Наполеоном, и его награды. К счастью, к выставке выпущен был проспект с фотографиями экспонатов. Лишь эти сохранившиеся чудом фотографии могут дать нам сейчас представление о приборах, окружавших Вольта в момент величайшего прозрения, редкого, даже если рассматривать его в масштабе истории человечества.

И мы уже не сможем никогда, оставшись наедине с приборами Вольта, испытать «эффект присутствия», ощутить радость сотворчества с великим человеком.

Вольта родился в родовом владении, где предки его жили в течение многих веков. Отец — Филиппо Вольта запустил дела, будучи человеком весьма легкомысленным. Мать Вольта, герцогиня Маддалсна Инзаи, родила с детей. Все дети были как дети, даже дочери хорошо учились, стали как-никак монахинями, один Алессандро был плох — он развивался ненормально как физически, так и умственно. Долго его считали немым.

Считали до тех пор, пока четырехлетний заморыш не произнес свое первое слово: «Нет!»

Затем развитие «дефективного» ребенка пошло очень быстро. И вот мы уже можем наблюдать восемнадцатилетнего Вольта, бойко переписывающегося с одним из наиболее видных физиков-электриков того времени — преподобным аббатом Нолле (тем самым, который показывал королю Франции опыт с лейденской банкой, поражающей отряд мушкетеров).

В 30 лет он уже знаменит, он изобрел электрофор — прибор для опытов со статическим электричеством (в том и только в том смысле изобрел, в каком это можно говорить в науке. Вольта, например, прямо указывал, что многим в этом изобретении он обязан русскому академику Эпинусу).

Прибор Вольта был очень прост — он состоял из сургучной

подушки, металлического диска со стеклянной ручкой, собственного пальца и… кошки (или кошачьей шкуры, однако кошка предпочтительнее, потому что для хорошей электризации шерсть должна быть теплой).

Принцип действия электрофора, по сути дела, тот же, что и у современных школьных электрофорных машин, и состоит в том, что заряд, сообщенный сургучу при трении его кошкой, может быть увеличен в произвольное число раз при повторении цикла опускания металлической плиты на сургуч и отведения ее назад. При этом палец экспериментатора служит тем мостиком, по которому из диска убегает при каждом цикле очередная порция зарядов «ненужного» противоположного знака.

На Вольта золотым дождем сыплются почести многих академий. Его электрофор — удобный прибор для получения мощных разрядов электричества, но электричества статического. Главные открытия Вольта впереди, за десятками лет — это изобретение источника электричества нового, невиданного типа, не электричества, скапливающегося на расческе, на куске янтаря, или сейчас — на нейлоновых вещах, а электричества движущегося, динамичного, мощного.

А пока Вольта — профессор, профессор прогрессивный и смелый. Он порывает с латинским языком и учит студентов по книгам, написанным на итальянском.

Он много путешествует: Брюссель, Амстердам, Париж, Лондон, Берлин. Его друзья — Франклин, в то время представитель английских колоний в Америке, и Лавуазье. Каждый город приветствует его собраниями ученых, вручением золотых медалей и другими почестями.

Впечатляющая картина. Но и она тускнеет перед той, что возникает через десятки лет, когда Вольта проедет по издавна знакомым ему иностранным городам создателем Вольтова столба — первой электрической батареи!

А пока Вольта чуть ли не на 15 лет отдаляется от электричества и занимается интересными, но не относящимися к нашей теме вещами.

И вот — сенсация! Профессору попадается на глаза только что вышедший трактат Гальвани «Об электрических силах в мускуле». Трактат потрясает его. Потрясают Вольта и слухи об опытах над мертвыми животными и людьми, проводимые Гальвани и его последователями.

Он перечитывает трактат и находит в нем то, что ускользнуло от внимания самого автора, — упоминание о том, что эффект содрогания лапок наблюдался лишь тогда, когда лапок касались двумя различными металлами.

Вольта решает поставить видоизмененный опыт, но не на лягушке, а на самом себе.

«Признаюсь, — писал он, — я с неверием и очень малой надеждой на успех приступил к первым опытам: такими невероятными казались они мне, такими далекими от всего, что нам доселе известно было об электричестве… Ныне я обратился, сам был очевидцем, сам производил чудное действие и от неверия перешел, может быть, к фанатизму!»

Теперь Вольта можно было увидеть за странным занятием: он брал две монеты — обязательно из разных металлов и… клал их себе в рот — одну на язык, другую — под язык. Если после этого монеты или кружочки Вольта соединял проволочкой, он чувствовал солоноватый вкус, тот самый вкус, но гораздо слабее, что мы можем чувствовать, лизнув одновременно два контакта батарейки. Из опытов, проведенных раньше с машиной Герике и электрофором, Вольта знал, что такой вкус вызывается электричеством.

Поставив теперь друг на друга свыше 100 металлических (цинк и серебро) кружков, разделенных бумагой, смоченной соленой водой, Вольта получил довольно мощный источник электричества — вольтов столб.

Присоединив к верхнему и нижнему концам столба проводнички и взяв их в рот, Вольта убедился, что его источник, в противовес машине Герике и электрофору, действует не одно краткое мгновение разряда статического электричества, а постоянно.

Сразу вслед за этим Вольта сделал еще одно изобретение — он изобрел электрическую батарею, пышно названную «короной сосудов» и состоявшую из многих последовательно соединенных цинковых и медных пластин, опущенных попарно в сосуды с разбавленной кислотой, — уже довольно солидный источник электрической энергии.

Солидный, конечно, по тем временам: сейчас с помощью «короны сосудов» можно было бы привести в действие разве что электрический звонок.

20 марта 1800 года Вольта сообщил о своих исследованиях Лондонскому королевскому обществу. Можно считать, что с того дня источники постоянного электрического тока — вольтов столб и батарея — стали известны многим физикам и нашли широкое применение. Распространению известности и расширению опытов с электричеством способствовало приглашение Вольта в Париж для чтения лекций перед видными физиками Франции.

Первого сентября Вольта выехал в Париж вместе с профессором Бруньятелли, проводившим эксперименты по

золочению с помощью электричества.

Уже по пути в Париж, в Женеве, в их честь были даны невиданные пиры. Четыре недели занял путь до Парижа, долгое ожидание, почести неописуемые. Бертолле, Био, Лаплас, Кулон, Кювье, все «бессмертные», все академики, казалось, соревновались друг с другом в оказании почестей Вольта и его спутнику.

Через месяц Вольта принят Первым консулом — Наполеоном. Наполеон интересовался науками, справедливо полагая, что сила государства в новом веке немыслима без их процветания. Особенно Наполеона поразило разложение химических веществ при помощи электричества.

* * *

> До сих пор неясно происхождение загадочных предметов, найденных археологами в отвердевшем иле нелодалеку от берегов Тигра, южнее Багдада. Этим предметам — несколько тысяч лет. Небольшие сосудики из обожженной глины, соединенные последовательно, содержат внутри необычную начинку: разъеденные медные цилиндрики и бруски, а также битум. Анализ показал, что разъедание цилиндриков скорее всего объясняется воздействием уксусной или лимонной кислот, хорошо тогда известных. Электрический элемент? Это подтверждается рядом косвенных данных. Электрический элемент за тысячи лет до Вольта?!

* * *

— Посмотрите-ка, — обратился он к своему лекарю Корвизару, — это прообраз жизни! Вольтов столб — это позвоночник, желудок — отрицательный полюс, а почки — положительный!

Вольта стал рыцарем Почетного легиона, получил звание сенатора и графа. Наполеон не упускал случая посетить заседания Французской академии наук, тем более что он был академиком по классу геометрии, каковым сам себя некоторое время назад избрал.

А однажды Наполеон, увидев в библиотеке академии лавровый венок с надписью «Великому Вольтеру», стер последние буквы таким образом, что получилось: «Великому Вольте»…

Однако Вольта не очень радовало повышенное внимание Наполеона. Он видел, как «ревнуют» французские академики, чувствовал, как постепенно начинает отдаляться от них.

Старость свою Вольта провел в Комо. 28 июля 1823 года апоплексический удар (ему было уже 78) уложил его надолго в

постель; от удара Вольта так полностью никогда не оправился. Умер Вольта через четыре года, восьмидесятидвухлетним стариком.

Он был похоронен на старом кладбище, где через несколько лет его семья воздвигла над могилой сооружение, напоминающее небольшой замок, украшенный аллегорическими фигурами и горельефами, а также бюстом Вольта, выполненными известным скульптором Комолли.

В 1875 году наследники Вольта разрешили двум антропологам Цезарю Ломброзо и Паоло Мантегацца, по просьбе университета, где так много лет преподавал Вольта, вскрыть гробницу Вольта и обмерить его череп.

На церемонии вскрытия гробницы присутствовали представители правительства и всех итальянских университетов.

Результаты обмера черепа Вольта были впервые доложены антропологам в одном из научных итальянских учреждений — Институте Ломбардо. Череп Вольта был крупным, он напоминал черепа древних римлян, которые часто находили археологи. Объем мозга был значительно выше среднего. Некоторые особенности строения черепа Вольта позволяли, по данным науки того времени (вспомните пресловутые «шишки таланта»), уверенно сказать, что Вольта был… стяжателем.

Последнее заявление вызвало смех у присутствующих — настолько хорошо была известна всем безукоризненная честность, бескорыстность, прямота, высочайшая нравственность ученого.

О жизни Вольта, особенно личной, известно очень мало. Известно, что он был столь же любящим отцом и мужем, сколь когда-то преданным сыном. Он женился 39 лет на знатной Терезе Пеллегрини и имел от нее трех сыновей: Джованни, Фламино и Луиджи.

Он прожил долгую и счастливую жизнь. К сожалению, почти все его личные вещи, приборы, а также 11 громадных папок его трудов сгорели во время пожара.

А останки его самого не смогли рассказать ученым чего-либо нового.

Но Вольта вечен, несмотря на то что никто уже не пользуется вольтовыми столбами и уже редко кто называет «вольтову дугу», открытую Петровым, «вольтовой».

Вольта вечен в вольте — единице электрического напряжения.

Тетрадь третья. ВРЕМЯ ЗАДУМАТЬСЯ

Как прекрасно почувствовать единство целого комплекса явлений, которые при непосредственном восприятии казались разрозненными!

А. Эйнштейн

Это было волшебное, похожее на сон время, когда окончился хоровод масок, и все они стали ненужными, когда открытия лежали жемчужинами на океанском берегу, и — хочешь бери! Но трудно порой было протянуть руку, вместо жемчужин попадались гнилые водоросли.

И вот, наконец, уравнения Максвелла, великие уравнения, были написаны строка за строкой, связывающие воедино и электрический и магнитный миры, строка за строкой, буква за буквой, знак за знаком…

Аркюэльское созвездие

Наполеон Бонапарт, неистовый корсиканец, генерал, Первый консул, император Франции, мало известен тем несущественным в его жизни обстоятельством, что он вольно или невольно содействовал быстрому исследованию электрических явлений.

Однако важность его вмешательства в «электрические дела» начала прошлого века и степень поддержки переоценить трудно. В послереволюционной Франции действительно наблюдался резкий подъем научной деятельности, и, что важнее всего, именно в то время во Франции впервые в мире возникли ученые-профессионалы, ученые, для которых главным было не преподавание, а занятие наукой. Наполеон ввел в практику широкую поддержку ученых со стороны государства.

Наполеон помог создать организацию, в которую вошло редкое созвездие талантов — Гей-Люссак, Гумбольдт, Араго, Бертоле и Лаплас. В деревянных домах Бертоле и Лапласа происходили горячие словесные баталии между учеными, любой талантливый человек мог найти там не только моральную поддержку, но и возможность, например, поработать в лаборатории. Дома эти были расположены в пригородной парижской деревушке— Аркюэле, и поэтому общество, собиравшееся здесь, стали называть «Аркюэльским».

Покровительство Наполеона наукам имело в известном смысле корни случайные. Началось с того, что одним из преподавателей Наполеона в Военной школе был знаменитый французский астроном, математик, физик Пьер Симон Лаплас. Блестящий математик произвел на будущего императора большое впечатление, и поэтому сразу же после того, как Наполеон стал у кормила власти, Лаплас был назначен министром внутренних дел. Правда, почета на новом посту не имел, поскольку дела шли плохо, и уже через шесть недель Лаплас был заменен.

Наполеон писал впоследствии: «Великий математик не потратил много времени на то, чтобы показать себя никудышным администратором. Он везде умудрялся находить мелочи, а не проблемы, и вносил в администрирование дух бесконечно малых».

Отношение Наполеона к науке и ее деятелям было все же весьма благоприятным. Это дало даже повод французскому поэту, историку и общественному деятелю Ламартину позднее писать, что во времена Наполеона «только цифрам все разрешали, только цифры чествовались, осыпались благами и награждались».

Так было не всегда. Покровительство наукам началось лишь

после приезда в Париж в 1801–1802 годах Вольта. (Наполеон не сделал ему официального приглашения, но обещал через главнокомандующего французскими войсками в Италии обеспечить безопасный проезд.)

7, 12 и 22 ноября 1801 года Наполеон посетил лекции (мемуары) Вольта, причем в первый же день выступил с речью, из которой можно было понять, что он считает приезд Вольта крупной вехой в истории французской науки. Далее он сказал, что французские ученые и в дальнейшем будут приглашать к себе виднейших ученых мира, а Вольта как первый в плеяде награждается золотой медалью. В этой речи Первый консул посулил крупные суммы в качестве премии за важные исследования в области электричества.

Слова не разошлись с делом. Примерно через полгода Наполеон написал министру внутренних дел письмо, в котором предлагал учредить ежегодную медаль и премию в 3 тысячи франков за лучшие работы в области «вольтаического электричества». Кроме того, он писал:

«Я желаю для ободрения исследователей учредить премию в 60 тысяч франков тому, кто своими экспериментами и открытиями продвинет электричество и гальванизм до уровня, сравнимого с уровнем исследований Вольта и Франклина. Иностранцы также должны допускаться к конкурсу на равных основаниях». Далее Наполеон писал, что желает объединить усилия ученых, работающих в области электричества, поскольку, как он считает, на этом пути будут сделаны великие открытия.

Обещанным премиям дана была невиданная по тем временам реклама. Сначала о них объявили в Институте, где была образована по такому случаю комиссия, включавшая Лапласа, Кулона, Био. Размеры призов были оглашены под звуки фанфар. Позднее объявления о премиях были опубликованы в газетах и журналах. Поскольку премии по тем временам были колоссальные, большое число ученых, ранее пренебрегавших электричеством, сейчас стали усиленно работать в этой области.

Тотчас же по личному распоряжению Наполеона в Политехнической школе была изготовлена целая батарея вольтовых столбов самых различных размеров, в том числе рекордный по величине столб, состоявший из 600 пар квадратных 20х30 см) цинковых и медных пластин (здесь можно судить о достижении нашего соотечественника профессора Василия Владимировича Петрова, который шестью годами раньше создал батарею, состоящую из 1000 пар элементов, правда, несколько меньших по площади).

Премии, однако, выплачены, по существу, не были.

Комиссия в течение десятка лет не смогла найти ученого, достойного получить большой приз. Что касается малого приза, то он присуждался несколько раз (в том числе Гэмфри Дэви за разложение кислот при помощи электричества), затем несколько лет комиссия не находила достойных, и после отправки Наполеона на Святую Елену премия больше не выплачивалась. Премия была вновь предложена племянником Наполеона Наполеоном III уже в 1852 году, когда пора блестящих французских открытий в области электричества миновала.

Та золотая пора была в 20-х годах, когда Био, Савар, Лаплас, Араго и Ампер создали «закон Био — Савара — Лапласа», «диск Араго» и «правило Ампера». А Ампер получил за свои работы памятник, состоящий всего лишь из пяти букв, — единицу тока, названную его именем. Эта награда, пожалуй, ценнее, чем какие-то несколько тысяч франков.

Старшим из аркюэльского созвездия был Лаплас — старше остальных более чем на 20 лет. Обычно ему приписывают крестьянское происхождение. Однако он получил хорошее образование. Для выпускников бенедиктинской школы, которую окончил Лаплас, уготовано было два пути — церковь и армия. Семья настаивала на церковной карьере, но великолепные успехи Пьера Симона Лапласа в литературе и математике решили проблему — поначалу Пьер Симон занялся искусствами. Позже, однако, он отправился в Париж с рекомендательным письмом к знаменитому математику д'Аламберу, который способствовал его назначению профессором математики в военной школе. Там-то Лаплас впервые и встретился с молодым Наполеоном. Подружившись с ним, а затем женившись на внучке знаменитого французского математика Фурье, Лаплас в дополнение к своему большому математическому таланту приобрел и влияние административное, столь способствовавшее французским успехам в изучении электричества.

Современники писали о нем: «Лаплас был рожден довести все до совершенства, все исчерпать, решить все, что решению поддается. Он бы завершил и небесную механику, если бы наука эта имела конец». Некоторые называли его Ньютоном своего времени. Лаплас умер ровно через 100 лет после Ньютона — 5 марта 1827 года, явившись на склоне лет свидетелем расцвета французских, да и не только французских, исследований.

Другому члену этого славного созвездия — Жану Батисту Био, старшему из остальных, суждена была грустная доля пережить всех своих соратников. Его жизнь была наполнена разнообразной и блестящей деятельностью. Начал он с артиллериста, затем попал в Политехническую школу, откуда

вышел первоклассным математиком. Потом — профессор в Центральной школе, чем только не занимавшийся: он обследовал недавно упавшие метеориты, запускал с Гей-Люссаком воздушные шары, мерил вместе с Араго дугу меридиана на Балеарских островах, помогал Ньепсу — одному из изобретателей фотографии; кстати, на одной из самых первых в мире фотографий запечатлен Био.

Савар был моложе Био на 17 лет. В историю он вошел как один из создателей «закона Био — Савара — Лапласа» — математической зависимости, связывающей величину магнитного поля, создаваемого током, с величиной этого тока.

Следующий член общества — Доминик Франсуа Жан Араго был на пять лет старше Савара. Он отличался от прочих членов прежде всего своим огненным темпераментом — уже его фамилия выдает испанское происхождение. Отец его владел плантациями винограда и оливковых деревьев. Учился Араго в Париже и Политехнической школе — там, где как раз сооружались по приказу Наполеона гигантские вольтовы столбы. Покровительство Лапласа дало Араго возможность при его блестящих способностях стать секретарем Парижской обсерватории, где он познакомился с Био. В книге «История моей юности» Араго со вкусом описывал приключения в Северной Африке, свою работу во Франции, свои поразительные успехи в науке. Он стал членом Академии наук 23 лет. Его книги до сих пор не потеряли в большой мере своей ценности. Его наблюдения над грозами на суше и в море легли в основу книги «Гром и молния», из которой мы приводили большое число интересных до сего времени выдержек.

И наконец, последний из созвездия, формально не входивший в «Общество», — Ампер. Последний, разумеется, лишь по порядку, но не по той роли, которую его труды сыграли в истории науки, может быть, стоит даже сказать — человеческой цивилизации.

«Этот докучливый умник Ампер»

Известие о его смерти не было воспринято современниками слишком драматически…

А сейчас есть город Ампер, железнодорожная станция Ампер, научно-исследовательский центр имени Ампера, музей Ампера, «Общество друзей Ампера». Наконец, в международной системе единиц среди четырех главных — метра, килограмма, секунды, ампера — лишь одна единица названа в честь ученого.

Только специалисты знают сейчас имя его сына литератора Жан-Жака Ампера, а когда-то отец был совсем мало известен, зато имя сына знал чуть не каждый. Долгое время никто не взялся бы оспаривать слова знаменитого некогда Шатобриана, покровителя Жан-Жака: «Поэт с несколькими стихами уже не умирает для потомства… Ученый же, едва известный в продолжение жизни, уже совершенно забыт на другой день смерти своей…»

Мировая слава Ампера началась с того памятного немногим заседания Международного конгресса электриков в 1893 году, когда термин «ампер» был официально введен в нашу речь в качестве одной из основных единиц электротехники — единицы силы электрического тока.

Бронзовый Ампер, восседающий сейчас на одной из площадей своего родного города Лиона, вряд ли похож на настоящего, живого Ампера — тот был человек из плоти и крови, он «скорее был уродлив, чем некрасив, одевался плохо и был явно неряшлив; всегда ходил «на всякий случай» с большим зонтом, был неуклюж и человек».[8]

Жизнь его с самого начала складывалась неудачно.

Отец, мировой судья в Лионе, во время революции 1789–1793 годов был казнен на гильотине, хотя, казалось, всегда действовал с лучшими намерениями. «Я сомневаюсь, чтобы… нашелся хотя бы» один гражданин, который был бы предан отечеству, как я… я всегда добросовестно относился к моим обязанностям и болел за дело…» — писал он жене перед казнью. В том же письме он описывает и неблагоприятное состояние семейных финансов:

«Самым большим моим расходом была покупка книг и геометрических приборов, без которых мой сын не мог бы обойтись».

Андре-Мари получил от несчастного отца хорошее образование, хотя не посетил ни одного класса школы.

Он увлекался математикой, 13 лет он даже представил в Лионскую академию наук свое решение задачи о квадратуре круга, задачи, как известно, принципиально неразрешимой. Он,

как и его отец, увлекался литературой, сохранилось большое число стихотворений Ампера, даже писем в стихах. Увлекался о» механикой, химией, греческим языком, ботаникой, усовершенствованием конструкции воздушных змеев — это уже явно под впечатлением недавних опытов Франклина.

Время юности Ампера — время великих открытий в области электричества. Эксперименты Франклина были проведены, когда Амперу было 16, первая статья Вольта о гальваническом электричестве появилась, когда Амперу 25. В это же время по приказу Наполеона Французская академия наук объявляет конкурс с большими премиями за работы в области вольтанического электричества.

Естественно, что все эти события не могли оставить увлекающегося Ампера невозмутимым, и уже со времен франклиновых опытов Ампер то и дело возвращается к электричеству.

У двадцатисемилетнего Ампера уже намечаются в самом общем виде те идеи, благодаря которым он через много лет приобретет признание, выразив их в неожиданной и яркой форме языком новой науки — электродинамики.

Некоторые исследователи придерживаются эффектного мнения о том, что вся электродинамика Ампера была разработана в течение двух недель, непосредственно следовавших за демонстрацией в Париже опытов Эрстеда. Однако вряд ли это так. Вопросы связи электричества и магнетизма занимали Ампера еще за 20 лет до того дня, когда его посетило озарение. И все эти 20 лет его идея находилась с ним, он думал о ней, может быть, не непрерывно, но достаточно настойчиво. Может быть, такое состояние можно сравнить с хранением пороха в крюйт-камере: там взрыва не будет до тех пор, пока не возникла искра; или еще лучше — с накоплением ядерного горючего, которое взрывается, когда его количество превосходит критическую массу. Материал — мысли и эксперименты, раздумья и беседы до поры до времени спокойно накапливались у Ампера. Быть может, не хватало лишь немногого до создания «критической массы» знаний.

Откуда это известно? Из раздобытых исследователями творчества Ампера документов следует, что однажды, а именно 24 декабря 1801 года, Ампер присутствовал на докладе Вольта в Лионской академии, и не только присутствовал, но и отважился (после невероятно знаменитого тогда Вольта!) в свои 26 лет прочесть собственный мемуар — наброски системы, которая должна была бы объединить самые разрозненные отрасли физической науки в одно стройное знание. В нем электричество и магнетизм сводились к одним и тем же неправильным

механическим представлениям. Бесстрастный язык академического протокола фиксирует, что Ампер после Вольта выглядел не очень-то блестяще; кроме того, шепелявость и глухой голос Ампера не способствовали эффекту его выступления.

Таким образом, Ампер интуитивно видел какие-то общие корни, связывающие или, точнее, питающие и электричество и магнетизм.

К такому же выводу можно прийти, просмотрев черновик речи (к ней он долго готовился), которой Ампер начал чтение в Лионе курса физики: «*Нам, пожинающим плоды трудов гениев, не разделяя их славы, следует, я полагаю, особенно стараться свести к минимуму число принципов, объясняющих все физические явления*».

Мы теперь знаем, что Амперу именно таким путем удалось «разделить славу гениев».

Однако заняться электричеством в те годы Амперу не пришлось, несмотря, в частности, и на желание получить премию имени Вольта. Он увлекся математикой, где выполнил некоторые работы, связанные с такой модной теперь теорией игр, и именно благодаря математическим успехам стал довольно быстро двигаться по академической лестнице славы.

Он стал академиком в 39 лет, причем в избрании его работы по магнетизму и электричеству не играли ни малейшей роли — их, по существу, не было. Избран был Ампер по секции геометрии за исследования в области математики и химии. Удостоившись высокой чести, он стал на один уровень с «бессмертными» — Лапласом, Пуассоном, Фурье, Монжем, Коши, Араго, Био, Гей-Люссаком, Френелем, Саваром. Его влияние и широта взглядов неизмеримо возросли. Его «ядерное топливо» продолжало накапливаться, лишь каких-то граммов не хватало уже для мощной реакции.

Недостающие граммы добавил друг Ампера, много раз уже упоминавшийся Доминик-Франсуа Араго, показавший в Академии ошеломившие Ампера опыты датчанина Эрстеда. Об этом в протоколах академии сохранилась краткая запись: «…г. Араго повторил перед академией опыты г. Эрстеда…» Запись эта датируется 11 сентября 1820 года.

* * *

Ампер славился своей рассеянностью. Про него рассказывали, что однажды он с сосредоточенным видом варил в воде три минуты свои часы, держа яйцо в руке. Другой часто приводимый случай: Ампер шел по улице, производя, как всегда, в уме сложные расчеты. Он ничуть

не удивился, когда прямо перед ним возникла прекрасная черкая доска, спокойно достал из сюртука непременный кусок мела и стал записывать результаты; он не удивился и тогда, когда доска начала двигаться вперед, и для того, чтобы поспешить за ней, ему пришлось идти, а затем бежать. Доска оказалась задней стенкой кареты.

* * *

От этого дня отсчитываются две недели, в течение которых цепная реакция в мозгу Ампера все-таки произошла, в течение которых мозг Ампера непрерывно генерировал потоки новых идей — две недели, обеспечившие ему такую славу через многие годы.

Но перед тем как перейти к описанию двух лихорадочных недель, нам нужно вернуться на несколько месяцев назад, с тем чтобы присутствовать на некоей знаменитой лекции, где профессор Эрстед случайно (в том смысле случайно, в каком только и можно говорить о научных открытиях, «созревших» для того, чтобы их сделать) обнаружил родство двух сил, которые раньше столь настойчиво отделялись друг от друга после Гильберта, указавшего, и совершенно справедливо, на принципиальные различия между магнитными и электрическими явлениями. Теперь же логика развития науки привела к тому, что явления вновь объединились, но уже на основе новых представлений — представлений Ампера.

Спираль описала свой виток, поднявшись выше на неизмеримо более высокую ступеньку познания.

Но поспешим же, дорогой читатель, скорее в лаборатории и лекционные залы, на корабли и к ящикам с сокровищами, к растерянным хозяевам и коварным молниям, приведшим и Эрстеда, и многих других к решению загадки.

Корабли, компасы, случайности

Однажды Доминик Франсуа Араго, блестящий и необыкновенно темпераментный ученый — вы уже читали о нем, — видел, как на рейде Пальмы, главного порта Майорки, появилось французское военное судно «Ля-Ралейн». Состояние его было настолько жалким, что судно едва дошло своим ходом до причала. Дело происходило в 1808 году, после грандиозного поражения французского флота под Трафальгаром и установления Францией «морской блокады» ненавистной Англии. Слово «англичане» было на устах у всех, наблюдавших печальную картину. Однако когда команда сошла на берег и на борт поднялось несколько именитых французов, в том числе и Араго (Араго в свои 22 года уже мог считаться «именитым» — ведь совсем скоро его за большие научные заслуги изберут академиком!), выяснилось, что англичане в данном случае были ни при чем, а все разрушения на корабле были причинены молнией. Пока комиссия ходила по кораблю, наблюдая сгоревшие мачты и надстройку, Араго поспешил к компасам и там увидел примерно то, что и ожидал: стрелки компасов были перемагничены молнией.

Через год, копаясь в том, что еще несколько дней назад было генуэзским судном (оно разбилось, наскочив на скалы вблизи алжирских берегов), Араго снова обнаружил, что стрелки компасов были перемагничены. В кромешной тьме южной ночи капитан, направив судно по компасу к северу, подальше от опасных мест, на самом деле неудержимо двигался к тем опасностям, которых старался избежать, — он шел к югу, обманутый магнитным компасом, пораженным молнией…

Нужно сказать, что Араго очень упорно искал подобные случаи и в конце концов собрал довольно большое их количество. Вот несколько выдержек из богатой коллекции.

Английское судно «Дувр» 9 января 1748 года на 47 градусах 30 минутах северной широты и 22 градусах 15 минутах западной долготы попало в сильную грозу. Ударом молнии расщепило грот-мачту, обожгло частично палубу, некоторые каюты, борта. Капитан Уэддел, сверив по звездам направление стрелок компасов, убедился, что все они — перемагничены, все четыре; лежавшие невдалеке стальные и железные предметы были также сильно намагничены.

Около 1775 года два английских судна двигались параллельными курсами из Лондона в Барбадос. На широте Бермудских островов корабли разметало штормом — один из них

был поражен молнией, она сломала мачту и изодрала в клочья паруса. Другое судно не пострадало.

Капитан его с удовлетворением осматривал после грозы лишь освеженную дождем палубу; он был несказанно удивлен, увидев, что первое судно сменило курс и двинулось обратно в Англию. Однако вскоре оттуда прибыл матрос, спрашивающий, почему второе судно решило идти назад, в Англию? После бурной сцены выяснения отношений компасы обоих судов были подвергнуты тщательной проверке. Оказалось, что у судна, пораженного молнией, полярность стрелки компаса переменилась на обратную, и капитан судна плыл на восток, будучи в полной уверенности, что плывет на запад.

В коллекции Араго — рассказ весьма известного тогда ученого Бойля (помните «закон Бойля — Мариотта»?). В июле 1681 года корабль «Альбермал» находился в шестидесяти милях от мыса Кейп-Код. Когда наступила ночь, по положению на небе звезд удалось обнаружить неисправность компасов, вызванную тем, что корабль накануне был поражен молнией. Из трех компасов два, вместо того чтобы показывать на север, как прежде, указывали на юг, а прежде северный конец третьего компаса направлен был к западу.

Не только компасы повреждались молнией. Так, в ночь с 21 на 22 февраля 1812 года молния поразила корабль «Голимин». В результате все стальные части часов с репетицией, стоявших в головах спящего капитана, сильно намагнитились, а сам капитан был ранен в голову. Шрам на капитанской голове через некоторое время бесследно исчез, чего не скажешь о приобретенном магнетизме часов — они и через 30 лет безбожно врали.

Приводит Араго и примеры «сухопутные». Он рассказывает, что когда-то молния ударила в лавку одного шведского сапожника. Все его немудрящие сапожные инструменты и гвозди так намагнитились, что то и дело в неподходящие моменты прилипали друг к другу. И пришлось сапожнику распрощаться со своими любимыми инструментами.

Все эти на первый взгляд малозначащие факты Араго собирал не зря. Только отгремели франклиновские и русские (Ломоносова и Рихмана) эксперименты с молнией.

Молния — это гигантская электрическая искра! Сейчас нам трудно почувствовать сенсационность такого заявления, но в то время многие простые люди, а не только ученые, восторженно приветствовали открытие Франклина: оно, кроме того, открывало путь в область новых «серендипити» — открытий на каждом шагу. Араго, собравший множество фактов, свидетельствующих о связи молнии с магнетизмом, чувствовал, что он — на пороге какого-то

нового открытия. Однако он не видел, как можно соединить молнию с магнетизмом, показать, так сказать, магнитную природу молнии, как Франклин показал ее электрическую природу.

Радость и досада — вот, возможно, те чувства, которые он испытал, увидев решение долго не дававшейся ему задачи. Решение, найденное другим…

Тайны не разгадывают, их — дарят

Когда сорокатрехлетний копенгагенский профессор Ганс Христиан Эрстед разослал коллегам свой ставший впоследствии знаменитым «памфлет» — четыре странички на латинском языке, — и множество пораженных ученых во Франции, Швейцарии, Англии и России смогли с ним ознакомиться, перед ними, кроме научных проблем, встала и такая: как отнестись к автору этих страничек, как оценить его труд?

Чтобы ответить на все эти вопросы, безусловно, интересные и для нас, нам нужно вернуться на два столетия назад и представить себе далекий островок Лангеланд, городок на нем под названием Рюдкобинг и семью бедного аптекаря, в которой родился Ганс Христиан. Нужда гналась за семьей по пятам, и начальное образование братьям Гансу Христиану и Андерсу пришлось получать где придется: городской парикмахер учил их немецкому; его жена — датскому; пастор маленькой церквушки научил их правилам грамматики, познакомил с историей и литературой; землемер научил сложению и вычитанию, а заезжий студент впервые рассказал им удивительные вещи о свойствах минералов, пробудил любопытство и приучил любить аромат тайны. В 12 лет Ганс, раздразненный наукой и познавший столь малую ее часть, уже вынужден был стоять за стойкой отцовской аптеки и помогать ему. Здесь медицина надолго пленила его, потеснив химию, историю, литературу, и еще более укрепила в нем уверенность в его научном предназначении. Он решает поступить в Копенгагенский университет, но не знает, что изучать. Он берется за все: за медицину, физику, астрономию, философию, поэзию. Он увлечен всем сразу и всем серьезно.

Его брат, последовавший за ним в Копенгаген и изучавший юриспруденцию, стал там его постоянной, всепонимающей и всечувствующей тенью. Сохранились воспоминания современников о том, как братья, держась за руки, долгими днями гуляли по зеленым лужайкам университетских дворов или сидели на ступенях старинных зданий или в гулких аудиториях, отрешенные, с горящими глазами. Их начинающееся служение науке было сродни какому-то мистическому действию, столь подходящему для этих монастырских стен и холодных келий со стрельчатыми окнами.

Ганс был счастлив в университетских стенах; он писал позднее, что для того, чтобы юноша был абсолютно свободен, он должен наслаждаться в великом царстве мысли и воображения, где есть борьба, где есть свобода высказаться, где побежденному

дано право восстать и бороться снова. Он жил, упиваясь трудностями и своими первыми небольшими победами, познанием новых истин и устранением предыдущих ошибок. Но чем он занимался? Золотая медаль университета 1797 года была присуждена ему за эссе «Границы поэзии и прозы». Он разбрасывался и, казалось, заранее ставил крест на своей научной карьере, предпочитая разносторонность профессионализму. Следующая его работа, также высоко оцененная, была посвящена свойствам щелочей, а диссертация, за которую он получил звание доктора философии, была посвящена медицине.

Наступило новое столетие. В вихре французской революции, на полях сражений американской войны за независимость рождалось новое восприятие мира, очищение умов и душ от устоявшихся догм, ветер свободы манил молодых. Начавшийся промышленный переворот затопил традиционный мир техники нескончаемым потоком новых практических изобретений. XIX век заявил о себе новым образом жизни и мыслей, новыми социальными и политическими идеями, новой философией, новым восприятием искусства и литературы. Все это захватывает Ганса, он стремится попасть туда, где бурлит жизнь, где решаются главные научные и философские вопросы, — в Германию, Францию, другие европейские страны. Дания была в этом смысле провинцией Европы, и Эрстед не мог и не хотел там оставаться. Он искал понимания, он искал новых друзей.

Его талант, упорство и случайность сплелись в счастливый клубок, и вот он, блестяще защитив диссертацию, едет по направлению университета на годичную стажировку во Францию, Германию, Голландию. Сейчас он скорее философ, чем физик. Его новые друзья — большей частью философы. Много времени он провел в Германии.

Там он слушал лекции Фихте о возможностях исследований физических явлений с помощью поэзии, о связи физики с мифологией. Ему нравились лекции Шлегеля, но Эрстед не мог согласиться с ним в необходимости отказа от непосредственного, экспериментального исследования физических явлений. Его поразил Шеллинг, как ранее поразил Гегель. Его увлекла идея всеобщей связи явлений, он увидел в ней оправдание и смысл своей кажущейся разбросанности — все изучавшееся им оказывалось, по этой философии, взаимосвязанным и взаимообусловленным. Он стал одержим идеей всеобщей связи. Связи всего со всем.

Быстро нашлась и родственная душа, мыслящая так же, как он, столь же разносторонняя и романтичная. Это был физик Риттер, изобретатель аккумулятора, гениальный фантазер,

источник сумасброднейших идей. В одном из писем Эрстеду Риттер, в частности, высказал такую мысль: годы максимальных наклонений эклиптики, по его мнению, соответствовали годам самых крупных открытий в области электричества. Так, 1745 год отмечен изобретением лейденской банки, в 1746 году Вильке изобрел электрофор, в 1782 году появился конденсатор Вольта, а в 1801 году — вольтов столб. «Вы можете теперь вычислить, — писал Риттер, — что эпоха новых открытий наступит в 1819 или 1820 году, и мы сможем стать ее свидетелями».

Иногда такие предсказания сбываются, хотя и не в полной мере. Это предсказание сбылось, открытие произошло в 1820 году, сделал его Эрстед, но Риттеру не пришлось быть свидетелем. Он умер в 1810 году.

Идея всеобщей связи не давала Эрстеду покоя. Необычайная энергия, свойственная ему с детства, вела его к новым и новым поискам. В 1813 году во Франции выходит его труд «Исследования идентичности химических и электрических сил». В нем Эрстед впервые высказывает мысль о связи вольтовского электричества и магнетизма.

Он пишет: «Следует испробовать, не производит ли электричество… каких-либо действий на магнит…» Его соображения были простыми: электричество рождает свет — искру, звук — треск, наконец, оно может производить тепло — проволока, замыкающая зажимы лейденской банки, нагревается. Не может ли электричество производить магнитных действий?

Идея связи электричества и магнетизма носилась в воздухе, и многие лучшие умы Европы были ею увлечены. Еще Франц Ульрих Теодор Эпинус подмечал их сходство, а француз Франсуа Араго потратил множество лет для сбора таинственных на первый взгляд историй о кораблях, сокровищах и необычных небесных явлениях, в которых он тоже видел эту ускользающую связь. Говорят, что Эрстед не расставался с магнитом. Кусочек железа должен был непрерывно заставлять его думать в этом направлении. Магнит пропутешествовал, видимо, немало миль в эрстедовом сюртуке, пока… нет, магнит Эрстеду так и не пригодился.

Открытие произошло случайно.

Историки науки, возможно, еще долго будут оставаться в неведении и недоумении относительно обстоятельств странного открытия Эрстеда, которое стало сейчас чуть ли не классическим примером счастливой случайности. Не ясна даже дата открытия. Некоторые исследователи относят его к 1819 году, другие — к 1820. Кое-кто сомневается даже в авторстве Эрстеда. Действительно, обстоятельства открытия дают возможность для

кривотолков.

15 февраля 1820 года Эрстед, уже заслуженный профессор, читал своим студентам лекцию по физике. На лабораторном столе находились вольтов столб, провод, замыкающий его, зажимы и компас. В то время, когда Эрстед замыкал цепь, стрелка компаса вздрагивала и поворачивалась по направлению к проводу. Это было первое непосредственное подтверждение связи электричества и магнетизма. Это было то, что так долго искали все европейские и американские физики. Решение проблемы было потрясающе просто.

Казалось бы, все ясно. Эрстед продемонстрировал студентам еще одно подтверждение своей давнишней идеи о всеобщей связи разнородных явлений. Но почему же возникают сомнения, почему вокруг обстоятельств этого события впоследствии разгорелось так много жарких споров? Дело в том, что студенты, присутствовавшие на лекции, рассказывали потом совсем другое. По их словам, Эрстед хотел продемонстрировать на лекции всего лишь интересное свойство электричества нагревать проволоку, а компас оказался на столе совершенно случайно. Именно случайностью объяснили они то, что компас лежал рядом с этой проволокой, и совсем случайно, по их мнению, один из зорких студентов обратил внимание на поворачивающуюся стрелку, а удивление профессора, по их словам, было неподдельным. Сам Эрстед в своих позднейших работах писал: «*Все присутствующие в аудитории — свидетели того, что я заранее объявил о результате эксперимента. Открытие, таким образом, не было случайностью, как бы хотел заключить профессор Гильберт из тех выражений, которые я использовал при первом оповещении об открытии*».

Нужно сказать, что отклонение стрелки компаса в лекционном опыте было незначительным, и поэтому в июле 1820 года Эрстед снова повторил эксперимент, используя более мощные батареи. Сейчас эффект стал значительно сильнее, причем тем сильнее, чем толще была проволока, которой он замыкал контакты батареи.[9] Кроме того, он выяснил одну странную вещь, не укладывавшуюся в ньютоновские представления о действии и противодействии.

Выражаясь его же словами, «магнитный эффект электрического тока имеет круговое движение вокруг него».

Чем же был поражен ученый? Почему в своем четырехстраничном «памфлете» он тщательно перечисляет свидетелей, не забывая упомянуть ни об одной из их заслуг; среди них «Лауриц Эсмарх — видный ученый; министр юстиции, достойный человек Влейгель — кавалер ордена Данни;

удостоенный высочайших наград Гаук, чье знакомство с естественными науками прославлено в стране… Рейнхард, профессор естественной истории; Якобсон, профессор медицины, человек, обладающий высочайшим мастерством проведения экспериментов; самый опытный химик Цейзе — доктор философии…»

Дело в том, что Эрстед, трактуя эксперимент, заронил глубокую мысль, мысль о вихревом характере электромагнитных явлений. «Вихреобразность» процесса, вызывающего в памяти водоворот, вихрь, спираль, долго не находила сторонников, и даже Фарадей поначалу не оценил эту мысль. Он еще долго был убежден в том, что силы, действующие между проводниками с током и магнитной стрелкой, — это силы притяжения и отталкивания, подчиняющиеся законам Ньютона.

Опыт Эрстеда доказывал не только связь между электричеством и магнетизмом. Не напрасно Эрстед в своем «памфлете» перечисляет свидетелей. То, что открылось ему, было новой тайной, не укладывающейся в рамки ньютоновских законов и прямо нарушающей третий из них: направления возмущающей силы — электричества (определяемого направлением провода) и силы реакции — магнетизма (определяемого направлением магнитной стрелки) были у Эрстеда перпендикулярны. Ученые, сгрудившиеся у лабораторного стола Эрстеда, впервые видели «противодействие», не противоположное по направлению «действию».

Можно ли назвать открытие Эрстеда случайным? Оно было бы сделано и в том случае, если бы не было лекции 15 февраля, если бы не было случайно положенного компаса, если бы прогулял лекцию востроглазый студент, если бы не существовало даже самого Эрстеда.

Действительно, обстоятельства открытия наводят на мысли о случайности. Химик Эрстед читал лекцию об электричестве. На лабораторном столе оказался не нужный по ходу лекции компас, на него случайно взглядывает неизвестный сейчас студент и т. п.

Попробуем, однако, во всех этих случайностях разобраться: случайно ли, например, то, что Эрстед, хотя и был профессором химии, читал лекцию об электричестве?

Нет. Электричество было недавно открыто, им занимались и химики, и физики, и механики. Да это и естественно, если учесть, что багаж знаний по электричеству был в ту пору невелик, занятия им не требовали какой-то особой подготовки, как скажем, теперь — вряд ли возьмется сейчас профессор химии читать лекцию по какому-нибудь бурно развивающемуся разделу физики! Оборудование тоже было несложным — его могли

сделать в любой мастерской.

Поэтому в лекции Эрстеда, да и в ее оснащении ничего случайного, в общем, не было. Набор для электрических и магнитных исследований был в то время весьма невелик — вольтов столб, проводнички, лягушачьи лапки, магнит да компас.

Как писал уже наш современник Брегг, разработавший структурный анализ кристаллов, приходится удивляться не тому, что Эрстед «случайно» окрыл действие электрического тока на магнитную стрелку, а тому, что открытия нужно было ждать целых 20 лет с момента изобретения вольтова столба. В десятках лабораторий находились и вольтовы столбы, и компасы, два предмета тысячи раз оказывались рядом. Неминуемо должно было создаться однажды такое положение, когда магнитная стрелка наконец окажется по соседству с проволочкой, замыкающей концы вольтова столба. И такого сочетания пришлось ждать целых 20 лет! И дождавшись, нужно было не пропустить того момента, когда стрелка качнется! Неизвестный студент на лекции Эрстеда выполнил в известном смысле свою историческую роль, взглянув на компас в подходящий момент.

И еще. Случайно ли то, что именно Эрстед сделал открытие? Ведь случайное сочетание нужных приборов и «режимов их работы» могло получиться в любой лаборатории? Да, это случайно, хотя случайность и в данном случае закономерна. Эрстед был в числе тогда еще немногих последователей философии Гегеля и Шеллинга, которые хотя и в идеалистической форме (природа — порождение абсолютного духа), но выразили справедливую диалектическую идею о всеобщей связи явлений, идею, под влиянием которой находился и Риттер, и его последователь Эрстед. Вот почему именно Эрстед был буквально одержим идеей взаимосвязанности электрических и других явлений — он направленно искал связь электричества с магнетизмом. Но когда нашел, совершил ошибку, опять-таки под влиянием идей Шеллинга о всеобщем законе борьбы противоречий. Объясняя поворот стрелки под действием проходящего по цепи электрического тока, он считал, что поворот этот объясняется «электрическим конфликтом», то есть столкновением двух различных электричеств. Помня о борьбе противоположностей, Эрстед забыл об их единстве. Он и электричество разделил на два, в то время как нужно было электричество и магнетизм свести к единому.

После открытия почести посыпались на Эрстеда как из рога изобилия: он был избран членом многих авторитетнейших научных обществ, в том числе Лондонского королевского общества и Академии Франции, англичане присудили ему медаль

Копли, а из Франции он получил давно заслуженный им приз в 3000 золотых франков, некогда назначенный Наполеоном для авторов самых крупных открытий в области электричества.

Принимая все эти почести, Эрстед никогда не забывал о том, что новый век требует нового подхода к обучению науке. Он основал в Дании общество для поощрения научных занятий. Польщенный европейской славой Эрстеда король Фредерик VI пожаловал ему Большой крест Данеборга — высшую награду и, кроме того, разрешил основать Политехнический институт. В те же годы Эрстед основывает литературный журнал, читает просветительные лекции для женщин, покровительствует «маленькому Гансу Христиану», своему тезке, будущему великому писателю Гансу Христиану Андерсену. Он совершает десятки заграничных поездок и блестяще овладевает немецким, французским, английским, латинским языками, на которых он читает лекции о науке и литературе. Эрстед становится национальным героем.

Почести, к сожалению, нередко запаздывают. 9 марта 1851 года Эрстед скончался. Хоронили его ночью.

Толпа из 200 тысяч человек, освещая путь факелами, провожала его в последний путь. Звучали траурные мелодии, специально сочиненные в его память. Ученые, правительственные чиновники, члены королевской семьи, дипломаты, студенты, горожане восприняли его смерть как личную потерю. За многое они были благодарны ему.

И не в последнюю очередь за то, что он подарил миру новые тайны…

«Памфлет» Эрстеда вышел в свет 21 июля 1820 года (мы не случайно датируем здесь так точно — события в дальнейшем будут развиваться в весьма непривычном для неторопливой тогда науки темпе).

Через несколько дней «памфлет» появился в Женеве, где в то время Араго был с визитом. Первое же знакомство с опытом Эрстеда показало Араго, что разгадка, над которой он бился, найдена. Если молния — это электрический ток, то в таком своем качестве она вполне может влиять на компасные стрелки.

Араго, не выезжая из Женевы, повторяет перед де-ля Ривом и Пикте (запомните, читатель, эти имена — нам они еще не раз встретятся) опыты Эрстеда и убеждается в полной его правоте. Затем опыты были показаны в августе 1820 года де-ля Ривом на заседании съезда естествоиспытателей и врачей, ради которого Араго, собственно, и прибыл из Парижа. Опыты произвели на собравшихся ученых столь сильное впечатление, что один из них произнес непроизвольно:

— Господа, происходит переворот!

Араго возвращается из Женевы потрясенным. На первом же заседании Академии, на котором он присутствовал сразу по возвращении, 4 сентября 1820 года Араго делает устное сообщение об опытах Эрстеда. Записи, сделанные в академическом журнале ленивой рукой протоколиста, свидетельствуют, что академики просили Араго уже на следующем заседании, 11 сентября, то есть через неделю, показать всем присутствующим опыты Эрстеда, так сказать», «в натуральную величину». Бледный Ампер слушал с сердцебиением сообщение Араго. Он, может быть, чувствовал, что пришла его пора перед лицом ученых всего мира принять эстафету открытия из рук Эрстеда. Он долго ждал своего часа — около 20 лет, как Араго и как Эрстед. Все трое успели состариться в ожидании, превратиться из пылких юношей в солидных стареющих профессоров. И вот час пробил — 4 сентября 1820 года Ампер понял, что он должен делать.

И с этого дня отсчитываются две недели, благодаря которым есть город Ампер, станция Ампер, лицей Ампера, памятники Амперу, музей Ампера и, наконец, есть самое главное — один ампер.

С этого дня начинаются дни великой работы Ампера…

Мозг Ампера вбирает в себя все новые и новые крупицы знаний об электричестве, и масса имеющегося у него материала близка к критической. Он еще не знает о том, что именно открытия Эрстеда явятся последней крохой расщепляющегося материала, необходимой для взрыва идей. Он даже не знает ничего об открытиях Эрстеда. Летом 1820 года, когда ученый мир в Женеве уже с восторгом приветствовал мемуар Эрстеда, Ампер был в рутинной инспекционной поездке, нужной ему для заработка.

Он прибыл в Париж в конце августа и 4 сентября первый раз пришел на заседание Академии, еще не подозревая о том, какой уготован ему сюрприз.

Безумные дни, или открытие электродинамики

До памятного заседания 4 сентября Ампер пребывал в обычном для него состоянии — он был несчастен. Его семейная жизнь сложилась из рук вон плохо — после казни отца она представляла собой цепь неудач. Первая жена его скоро умерла, оставив трехлетнего Жан-Жака на руках Ампера и его сестры, вынужденной отказаться из-за этого от своей личной жизни; второй брак дал основание глубоко интеллигентному отпрыску королевской семьи, знаменитому физику Луи де Бройлю, обычно крайне сдержанному в выражениях, сказать: «Вторая его жена оказалась мегерой, а ее родители не лучше». К Амперу во время их совместной жизни не допускались ученики, его письма вскрывались, родственники его не признавались, и самому ему не раз предлагали «убраться».

Кончилось тем, что Ампер убрался и некоторое время жил под кровом Министерства внутренних дел. Он жестоко страдал, в конце концов Амперу пришлось купить дом и судом (!) требовать переезда к нему жены. Хотя соответствующее решение судом было вынесено, Ампер не воспользовался своими правами, и все оставалось прежнему. В течение нескольких лет лирические треволнения серьезнейшим образом мешали научной работе Ампера. Затем умерла мать, и дом, где Ампер жил ребенком пришел в запустение.

Когда подрос сын, поводов для переживаний прибыло. Как-то Ампер представил своего двадцатилетнего сына знаменитой мадам Рекамье, сорокатрехлетней жене банкира, в салоне которой можно было встретить лучших художников и скульпторов того времени (ее писал Давид, высекал из мрамора Канова), членов семьи Наполеона, министров, ученых, общественных деятелей. Жан-Жак в течение следующих 30 с лишним лет испытывал к ней страстное и нежное чувство, не ослабевавшее до самой смерти мадам Рекамье, оставившей Жан-Жаку наследство. Жан-Жак Ампер так и не создал своей семьи — он умер через 15 лет старым холостяком.

Старый Ампер не одобрял увлечения сына, считая, что оно мешает его научной и литературной работе, и мечтал женить Жан-Жака на дочери своего приятеля, знаменитого французского биолога Кювье — Клементине. На этой почве у отца с сыном возникло отчуждение, вызвавшее у Ампера новые страдания.

В дополнение ко всему Ампера стала мучить стенокардия.

Словом, жизнь его отмечена непрерывным потоком неприятностей. Друг Ампера Вреден когда-то писал ему: «Мой бедный друг, не иссякнут ли когда-нибудь силы твоей души для горестей? Восемь лет я имею счастье знать тебя близко. С того времени я всегда был уверен, что ты находишься на вершине страданий. Мне всегда казалось, что несчастья, выпавшие на твою долю, приходят к концу. Но у тебя всегда находятся обстоятельства ухудшать твое состояние. Я тоже несчастен и был несчастен всю жизнь. Но какая, однако, разница!

У меня это всегда шло, ослабляясь…»

Единственным, что у Ампера шло относительно хорошо, была наука. Он занимался уравнениями в частных производных, оптикой, химией. Он удостоен за свои научные заслуги ордена Почетного легиона. Он состоит во 118 множестве комиссий, включая «Комиссию по изданию классиков литературы». Он работает одновременно на нескольких должностях. Единственное, чем, может быть, не занимался Ампер в то время, — это «взаимоотношениями» электричества и магнетизма.

Нетерпеливо ждет Ампер следующего понедельника, 11 сентября, когда Французская академия наук снова соберется на свое очередное заседание. Вот быстрый черноглазый испанец Араго собирает на демонстрационном столе несложную установку — вольтов столб, накоротко замкнутый медным проводником. Рядом — компас и чашка с железными опилками. Вот компас помещается рядом с проводником — стрелка компаса тут же поворачивается так, чтобы стать перпендикулярно к нему. Это — знаменитый опыт Эрстеда. Электричество и магнетизм явно взаимодействуют друг с другом — факт, абсолютно неожиданный для ученых, полагавших, что два явления, как это когда-то показал и доказал Гильберт, ничего общего друг с другом не имеют.

Заседание заканчивается, протоколист выводит под датой «И сентября»: «… г. Араго повторил перед академией опыты г. Эрстеда». Спокойные, нимало не взволнованные академики чинно разошлись по домам. Лишь уже немолодой — 45, по тем временам старик! — Ампер бежит сломя голову к слесарю, чтобы заказать копию инструментов, показанных только что Араго. Нужно скорее установить инструменты дома, в маленькой квартирке на улице Фоссе-де-Сен-Виктор, и все эксперименты проделать собственными неумелыми руками. Ведь Ампер — теоретик, он никогда не ставил сложных опытов, у него не было лаборатории, он не мог израсходовать ни одного казенного франка на покупку приборов. Пока слесарь делает не слишком-то сложные приборы, Ампер сооружает немудрящий лабораторный

стол. Два его друга— добровольные помощники Френель и Депрец участвуют в первых экспериментах. Небольшой столб, замкнутый проводом, — основной объект изучения Ампера.

Он подносит компас то к проводу, то к столбу и сразу же убеждается, что стрелка изменяет свое направление и рядом с проводом, и рядом с самим сголбом. Стоит Цепь разомкнуть — и эффект полиостью пропадает. Значит, магнитные явления сопутствуют не всякому электричеству?

Электричеств в то время было два — одно то, которое знал еще Фалес, то, которое получал на громадных шарах из серы бургомистр Отто фон Герике, то, которое знал Франклин, то, которое ответственно за притяжение бумажек и пушинок, статическое электричество. Другое — вольтовское, гальваническое электричество, с помощью которого можно было разлагать воду и кислоты, которое получали с помощью вольтовых столбов.

Магнетизм оказался присущим лишь второму электричеству, он существовал, когда цепь была замкнута, когда по ней от одного полюса вольтова столба к другому шел ток.

Но когда тока в цепи нет, вольтов столб проявляет все свойства «первого» электричества — скопившиеся на его концах заряды могут притягивать пушинки и вообще проявлять действия статического, франклинова электричества. Стоит зарядам прийти в движение, когда цепь замкнута, и электричество номер один превращается в электричество номер два. И только электричество в движении, гальваническое, производит магнитные действия.

Сила, зависящая от движения, — такого еще не было![10]

Сразу же возникла идея измерить какой-то мерой интенсивность такого движения. И Ампер первым в мире произнес тогда слова «сила тока». Не удивительно, что через много лет «ампером» была названа единица именно силы тока.

К следующему заседанию академии 18 сентября часть приборов еще не была готова, но Ампер решил выступить и рассказать о том, что стало ему ясным, а гакже о тех приборах, которые он намеревался построить. В протоколе сохранились слова Ампера: «Я описал приборы, которые я намереваюсь построить, и среди прочих гальванические (то есть обтекаемые током. — В. К.) спирали и завитки. Я высказал ту мысль, что эти последние должны производить во всех случаях такой же эффект, как магниты… я свел все магнитные явления к чисто электрическим эффектам».

Пророческие слова Ампера, выношенные в течение всего лишь одной недели, стали основой его электродинамики — науки, сводящей все магнитные явления к явлениям

электрическим. Поражает уверенный тон Ампера; он высказывает мнение, что спирали и завитки должны вести себя как магниты. Это говорит о твердой уверенности Ампера в ожидаемом им результате, о том, что основные контуры его учения, сводящего магнетизм именно к круговым токам, были ему уже ясны.

На следующий день, 19 сентября, Ампер хотел было написать письмо сыну о всех тех догадках, которые мелькали в его мозгу, но отложил перо — нужно было как можно скорее проверить, будут ли завитки и спирали обнаруживать те же свойства, что и магниты. Однако слабые вольтовы столбы, имевшиеся в распоряжении Ампера, Френеля и Депреца, не давали желаемого эффекта.

Заявления, сделанные Ампером, грозили остаться неподтвержденными или даже оказаться неверными. Уже завтра нужно было Амперу выступать с докладом, подтверждающим его теории, а результатов, которые нужны были Амперу, все не было. Окончательный опыт — взаимодействие двух токов как магнитов, убедительно говоривший бы о том, что притяжение и отталкивание объясняются только электрическими токами, а магнитные свойства являются лишь следствием протекающих токов, — не удавался.

Итак, было воскресенье 24 сентября. А в 4 следующего дня Ампер должен был подняться на трибуну. Завтрашний день представлялся совсем не в розовом свете, однако надежда все же оставалась — Ампер вспомнил, что для университета только что был изготовлен новый большой вольтов столб. Столб оказался на месте, но начальство, поднятое на ноги в воскресный день по такому поводу, давать столб не желало, видимо боясь, что вещь будет испорчена в процессе сомнительных экспериментов. Пришлось идти за мастерами, делавшими столб, и при университетском начальстве заказать еще один такой же, с тем чтобы он мог быть возвращен университету по изготовлении. Только на таких началах Амперу удалось умыкнуть необходимый столб и доставить его в свою холостяцкую квартиру на Фоссе-де-Сен-Виктор.

Новый столб был превосходен. Ток, струившийся по ожившим спиралькам, завиткам, легко превращал их в магниты, они притягивались одними концами, отталкивались другими, — словом, вели себя неотличимо от кусков магнитного железняка или намагниченного железа — единственных магнитов, известных в то время.

Коронный опыт — две спирали, взаимодействующие друг с другом как магниты. В опыте ничто не могло обладать, как тогда называли, «магнитной жидкостью», а магнитное взаимодействие

было налицо и объяснялось только протекавшим по спиралькам током.

Больше того — и два проводника, по которым тек электрический ток, притягивались и отталкивались, как магниты.

Когда в 4 часа дня в понедельник Ампер поднимался на кафедру академии, он уже мог доказать всем, что его взгляды, высказанные неделю назад, были правильны.

Протоколист пишет, передавая слова Ампера: «*Я… известил о новом факте притяжения и отталкивания двух электрических токов без участия какого-либо магнита, а также о факте, который я наблюдал со спиралеобразными проводниками. Я повторил опыты во время этого заседания*».

Вечером Ампер засел за прерванное письмо к сыну:

«*Наконец, вчера получил у Дюлона большой столб…*

Опыты, проведенные мною (после этого) прошли с полным успехом, а сегодня в 4 часа я их повторил на заседании академии. Не было сделано никаких возражений: вот новая теория магнита, сводящая все явления к явлениям гальванизма. Это совершенно не похоже на то, что я представлял себе до сих пор…»

Работа Ампера над своей теорией на том не окончилась. Он проводил все новые и новые эксперименты, каждую неделю докладывая их результаты Академии. Он выступал и 2, и 9, и 16, и 30 октября, затем несколько раз в ноябре и декабре. Потом он издал множество трудов, посвященных своим работам по электромагнетизму, в которых сформулировал немало цепных мыслей.

* * *

Петербургский академик Франц Ульрих Теодор Эпинус едва не дошел до концепций электромагнитизма Ампера. Так, в своей речи «О сходстве электрической силы с магнитною», произнесенной в академии 7 сентября 1758 года, он прямо указывает, что «основные начала, порождающие магнитные явления, мало чем отличаются от начал, которыми следует объяснить те явления, которые относятся к телам, электрическим по природе». Тут же он указывает, что «электричество по разнообразию своих явлений должно быть гораздо богаче магнетизма» (эту «несимметричность» в уравнениях Максвелла можно легко заметить). Однако Эпинус работал еще до Гальвани, до Вольта, до открытия «гадьвани-вольтовского» электричества. Поэтому выводы Эпинуса, естественно, не могли быть столь же глубоки и обоснованны, как выводы Ампера и его последователей,

творивших на 60 лет позже.

* * *

Однако оригинальность и смелость его электромагнитных серендипити падала с каждой неделей, с каждой новой статьей. Невозможно отделаться от мысли, да так это было и в действительности, что после двух недель 11–25 сентября в его представлении не было добавлено уже ничего существенного.

Период «реакции» кончился, и мозг Ампера постепенно возвращался к своему извечному состоянию — радостные недели творческого счастья прошли, и Ампер опять опустился в пучину своих телесных и душевных страданий. Уже через четыре года мучимый стенокардией Ампер писал: *«Я никогда не был таким несчастливым, как теперь, так удрученным невзгодами и настолько перегруженным и удрученным работой. У меня нет ни в чем утешения, и, глядя без удовольствия на мой сад, где я проложил новые тропинки, я не представляю себе, что будет со мной!»*

Так все вернулось на круги своя…

Эстафета, принятая Ампером, должна быть передана теперь достойному преемнику.

Он существовал, преемник. В нетерпении ожидая часа своего, он совершал открытия, проводил исследования, но все это было лишь подготовкой к выполнению главной жизненной задачи.

Он ждал сигнала о том, что час его наступил.

Он устал ждать, этот тридцатилетний великий труженик. Он устал ждать, Фарадей.

Самое великое открытие сэра Гемфри

Дворец за Темзой, в 10 милях от Лондона; к нему можно попасть на набитой битком электричке, идущей от вокзала Ватерлоо, или проще и приятнее — пароходиком по реке.

Сначала посетителю открывается панорама цветущих террас, подстриженных куполами кустов, живописных лужаек, фонтанов, затем — красных кирпичных стен, увитых вьюнком и жимолостью. Постепенно из зелени появляется сам дворец — средневековый замок с множеством башен, башенок, арок, вимпергов, эркеров, странным образом гармонично сочетающихся со вполне ными окнами. Дворец и его службы состоят из множества причудливо соединенных построек и флигелей.

Один из флигелей, увитый зеленью до крыши, — место паломничества. Здесь провел девять последних лет жизни гениальный Майкл Фарадей, великий физик, член Лондонского Королевского общества, академик Санкт-Петербургской, Флорентийской, Парижской и других славных академий.

Дворец Хэмптон-Корт построен в XVI веке кардиналом Волсеем и оставлен им для короля Генриха VIII; в XVII веке дворец был перестроен для Вильяма III известным архитектором Кристофером Реном (прославившимся строительством лондонского собора святого Павла, дружбой с Ньютоном и песенкой, которую про него распевают:

Как-то сэр Кристофер Рен
Пошел откушать кое с кем.
Но сказал: коль спросят скоро —
Я — на строительстве собора).

Еще позже, во времена долгого царствования королевы Виктории, флигели дворца были превращены в «дома благосклонности и благорасположения», где наиболее заслуженные люди Англии могли получить бесплатные квартиры (сейчас там в основном живут теле- и кинозвезды). Нельзя сказать, что щедрость была чрезмерной — королева дворец не любила, ей был больше по душе старый Виндзор, да и слава у Хэмптон-Корта была неважная — считалось, что по нему бродят привидения — две жены Генриха VIII и няня Эдуарда VI, умершие здесь когда-то насильственной смертью.

Для Фарадея, оклад которого ни в коей мере не был соизмерим с его заслугами (Фарадей подрабатывал, будучи

«смотрителем маяков» и судебным экспертом по качеству промышленных товаров), предложение бесплатной квартиры было как нельзя более кстати, и он, скрепя сердце, принял его, хотя ранее отказался от предоставления ему королевой дворянского звания и предложенной в недостаточно корректной форме пенсии — 300 фунтов стерлингов в год.

Итак, кабинет Фарадея в Хэмптон-Корте.

Его кресло, придвинутое к окну, из окна видны аккуратно подстриженные зеленые клумбы, ручей. Пустынно и холодно. Апрельское солнце не отогрело еще кирпичных красных стен,

Низкие, несущиеся к океану облака, мелкий, возникающий время от времени дождь помогают преодолеть в воображении один век и представить себе Фарадея, живущего здесь, сидящего перед этим самым окном, в этом самом кресле, ступающего по этому же каменному с пробивающейся травой двору, спешащего от такого же вот скучного дождичка…

В последние, «хэмптонкортские», годы силы его слабели. Он не мог уже выполнять прежние работы и постепенно отказывался от всего того, что мешало ему делать главное — заниматься наукой. Сначала он отказывается от лекций.

«…Настало время уйти из-за потери памяти и усталости мозга. Причины:

1. Колебания и неопределенность в доказательствах, на которых лектор должен настаивать.

2. Неспособность извлечь из памяти ранее накопленные сокровища знаний.

3. Тускнеют и забываются прежние представления о своих правах, чувство собственного достоинства и самоуважения.

4. Сильная потребность поступать справедливо по отношению к другим и неспособность сделать это. Удалиться».

Со временем он отказался даже от писем друзьям:

«Снова и снова рву я свои письма, потому что пишу ерунду. Я не могу уже плавно писать и проводить линии.

Смогу ли я преодолеть этот беспорядок? Не знаю.

Больше писать не буду. Моя любовь с Вами».

Он умер в своем рабочем кресле, в последний раз глядя из окна кабинета на осеннюю зелень и детей, играющих у ручья. Это случилось 25 августа 1867 года…

Фарадей родился 22 сентября 1791 года. Обычно пишут, что Фарадей родился в провинциальной деревушке, называвшейся «Ньюингтонские полигоны». Взгляд так устоялся, что многие биографы не замечают, что «Ньюингтонские полигоны» сейчас находятся «на расстоянии броска камнем от вокзала Ватерлоо, который мы считаем расположенным почти в сердце Лондона».

Он рано узнал нужду. В девять лет, когда цены на продукты резко подскочили, каравай хлеба был ему недельной нормой пищи.

Отец его был кузнецом, мать — горничной. Образование Фарадея? Оно «было самым заурядным и включало в себя начальные навыки чтения, письма и арифметики, полученные в обычной дневной школе. Свободное время я проводил дома и на улице».

Ему повезло. В известной мере только случайностью можно объяснить то, что двенадцатилетний Майкл попал на работу в книжный магазин, а не, скажем, в кузницу к своему отцу, где он мог разве что научиться отменно подковывать лошадей.

Но Фарадею везет — он работает рассыльным, а затем подмастерьем переплетчика в книжном магазине Жоржа Рибо. Он имеет возможность держать в руках тысячи книг, и не только держать, но и читать. Там, в переплетной, познакомился Фарадей с книгами, навсегда поразившими его воображение и изменившими его судьбу: «Британской энциклопедией», «Беседами о химии» — сочинением мадам Марсэ (верность всех опытов собственноручно проверена юным Фарадеем) и «Письмами о разных физических и философских материях, писанных к некоторой немецкой принцессе» русского академика Леонарда Эйлера, возникшими в большей мере под впечатлением долгой и плодотворной переписки автора с Ломоносовым.

Последняя книга оставила особенно глубокий след: Эйлер, как и Ломоносов, считал, что все явления в своей основе едины и взаимосвязанны. Мы увидим потом, как подобная точка зрения помогла Фарадею сделать свои великие открытия.

Фарадей тратил много денег на постановку опытов, описывавшихся в «Энциклопедии». Чувство глубокой симпатии вызывает место из его письма к приятелю: «Первая построенная мною батарея состояла из несметного числа пар пластин!!! из семи пар. Каждая пластина — непомерной величины!!! с полупенсовик. Я, милостивый государь, сам, собственноручно, вырезал эти пластины…»

Но книги были не самым главным сокровищем лавки месье Рибо, беглого француза. Лавку посещало большое число образованных людей того времени, а завсегдатаи, естественно, не могли не приметить в лавке молодого (тем временем Фарадею уже исполнилось 19) переплетчика, жадно любившего книги. Один из покупателей, мистер Дэне, член Королевского института в Лондоне, как-то поинтересовался тем, что читает переплетчик, и с удивлением узнал, что тот увлеченно поглощал последний номер серьезного научного журнала «Химическое обозрение».

Дэне был тронут столь незаурядной тягой к знаниям я спросил Майкла, не хочет ли тот прослушать цикл лекций друга Дэнса, сэра Гэмфри Дэви.

Лекции решили судьбу Майкла. Логическая безупречность доказательств, изящные и эффектные опыты Дэви покорили его.

Майкл Фарадей 21 года решил посвятить себя науке.

Эта страсть, надо особо подчеркнуть, не имела ни малейших меркантильных аспектов; хозяин лавки, где он работал, хотя и не прочь был время от времени покуражиться над ним, в остальное время был очень к нему расположен и даже обещал по бездетности оставить ему как помощнику наследство, по тем временам немалое.

Но как войти в вожделенный мир науки? Майкл пишет письмо о своем решении и желании самому президенту Лондонского Королевского общества сэру Джозефу Бэнксу. Письмо осталось без ответа.

«Когда я был подмастерьем, мне посчастливилось пролушать четыре последние лекции сэра Г. Дэви… Я сделал краткие записи этих лекций, а затем переписал их целиком, снабдив такими рисунками, какие сумел сделать. Желание заниматься научной работой, хотя бы и самой примитивной, побудило меня, новичка, не знакомого со светскими правилами, написать по душевной простоте сэру Джозефу Бэнксу, в то время президенту Лондонского Королевского общества. Вполне естественно было затем узнать у привратника, что моя просьба оставлена без ответа».

Через несколько месяцев по совету Дэнса Фарадей повторяет тот же эксперимент с письмом, но на сей раз отправляет его сэру Гэмфри Дэви, который сам вышел из средних слоев. Он присовокупляет к письму конспект лекций Дэви, разумеется, отлично переплетенный.

Ответ пришел через 5 дней — большой конверт с золотыми буквами на нем: «Королевский институт Великобритании».

Вот как сам Фарадей пишет об этом:

«Воодушевляемый м-ром Дэнсом (который был членом Королевского института и достал мне билеты на лекции Дэви), я написал сэру Гэмфри Дэви, послав в качестве доказательства серьезности моих намерений сделанные мною записи его последних четырех лекций. Ответ пришел немедленно, доброжелательный и благоприятный».

Ответ был вежливым, но, в общем, скорее отрицательным — возможности принять Фарадея на работу не было — не было вакансии.

Однако Фарадею снова повезло, на этот раз за счет бедного

сэра Гэмфри. Во время одного из опытов в лаборатории произошел взрыв и осколки разорвавшейся колбы попали Дэви в глаза; в результате сэр Гэмфри не мог ни читать, ни писать, потому-то сэр Гэмфри, вспомнив про старательного переплетчика, решил взять его к себе до выздоровления секретарем, а заодно и поближе познакомиться с ним.

«Везение» продолжалось всего несколько дней — глаза Дэви постепенно зажили, и Дэви с сожалением расстался с понравившимся ему своими глубокими знаниями и старательностью юношей.

Расстался всего на несколько недель — в лаборатории Дэви освободилась должность лаборанта. Протокол Королевского института от 1 марта 1813 года сухо сообщает: «Сэр Гэмфри Дэви имеет честь информировать директоров, что нашел человека, которого желательно назначить на должность… Его имя — Майкл Фарадей…

Его данные кажутся хорошими, его характер активный и бодрый, а образ действий разумный. Решено: Майкл Фарадей займет место, ранее занимавшееся мистером Пейном, на тех же условиях».

Франция и Англия в то время находились в состоянии воины. Тем не менее в 1813 году англичанин сэр Гэмфри Дэви вместе с молодой красавицей женой, со своим подающим надежды лаборантом и помощником англичанином Майклом Фарадеем отправляется путешествовать и отдохнуть прямехонько… во Францию, так сказать, в «логово врага». Как заметил наш современник английский физик Д. Мак-Дональд, «если бы две страны воевали между собой сейчас, то, вероятно, из всех людей, которым каждая из сторон разрешила бы свободно путешествовать по своей территории, ученые оказались бы последними».

Из такого частного примера можно сделать чрезвычайно важный вывод — в те времена наука не вошла еще органично в жизнь государства. Наука фактически была прописана в пресловутой «башне из слоновой кости», не числилась в производственном или военном активе.

Скоро возможности путешествовать по тем странам, с которыми идет война, придет конец, чему в большой степени будет способствовать не кто иной, как сам Фарадей, его открытия.

А пока Фарадей вместе с сэром Гэмфри и его молодой женой путешествуют по Франции, Италии, Германии, Бельгии. «Это утро — начало новой эпохи в моей жизни.

До сих пор, насколько мне помнится, я не отъезжал от Лондона на расстояние больше двенадцати миль».

В Париже — знакомство с Ампером, Гей-Люссаком, Гумбольдтом. На глазах Фарадея Дэви делает в Париже одно из своих блестящих открытий — он признает в неизвестном веществе, переданном ему Ампером, новый химический элемент — йод.

Химик Дюма писал, что «Фарадей оставил о себе самые приятные, никогда не увядающие воспоминания, которых не мог бы вызвать его шеф. Мы восхищались Дэви, мы любили Фарадея».

В Генуе — опыты с электрическим скатом, Фарадей помогает Дэви. Задача опытов — выяснить, не вызывает ли электрический разряд ската разложения воды.

Во Флоренции — сжигание алмаза в атмосфере кислорода и окончательное доказательство единой природы алмаза и графита.

Здесь Дэви воспользовался уникальной по величине линзой, принадлежавшей великому герцогу Тосканскому.

С ее помощью Дэви вместе с Фарадеем направляют лучи солнца на алмаз, лежащий в платиновой чашечке под стеклянным колпаком, заполненным кислородом. Фарадей вспоминает: «Сегодня мы выполнили великий эксперимент, заставив гореть алмаз, и, несомненно, то, что мы наблюдали, было исключительно интересным и красивым… Сэр Г. Дэви заметил внезапно, что алмаз явно горит. Когда алмаз убрали из фокуса линзы, он продолжал быстро сгорать. Сверкающий алмаз светился багровым светом, переходящим в пурпурный, и, помещенный в темноту, горел еще около четырех минут».

В академии Чименто Фарадей и Дэви с восхищением осматривают уникальные экспонаты — бумажный телескоп самого Галилея и магнитный камень, поднимающий 150 фунтов.

В Риме они наблюдали, но без особого доверия, за опытами Моричини, пытающегося намагнитить стальные иголки с помощью солнечных лучей и считающего, что это ему блестяще удается.

В Милане — следующая запись: «Пятница 17 июня 1814 г. Милан. Видел Вольта, который пришел к сэру Г. Дэви: он бодрый старик, на груди — красная ленточка, очень легок в разговоре».

В Женеве — знакомство с членом правительства республики, врачом и фргзиком Шарлем де-ля Ривом и его сыном Огюстом, которому было в то время всего 13 лет (через шесть лет Огюст, девятнадцатилетний профессор, покажет Араго, Марсе, Пикте и другим известным лицам опыты Эрстеда, что повлечет за собой цепь великих событий).

Фарадей начинает бегло говорить по-французски и по-немецки.

Наконец, самое главное — во время путешествия Фарадей,

несомненно, ощущает аромат несостоявшихся пока, но буквально реющих в воздухе великих открытий в электротехнике.

Трудно себе представить более великолепную школу для Фарадея, глубоко преданного науке, но все же пока еще дилетанта.

В связи с этим несколько удивляют сетования некоторых биографов Фарадея, подчеркивающих «несчастную судьбу» Майкла Фарадея, отправившегося «не по своей воле» в Европу в качестве «слуги» сэра Гэмфри, особо упирая на то, что Фарадей, мол, жестоко страдал, мучимый своенравной супругой Дэви. Тут надо твердо оговорить, что если и были конфликты между Фарадеем и леди Джейн, то не последняя в них обычно одерживала верх.

«…Леди Джейн… любит показать свою власть, и я с самого начала обнаружил с ее стороны серьезные намерения подавить меня. Случайные ссоры между нами, в каждой из которых я оказывался победителем, происходили так часто, что я перестал обращать на них внимание. Ее авторитет ослабевал, и после каждой ссоры она вела себя мягче», — писал впоследствии Фарадей.

Кроме того, «растирание красок для великого художника» является, пожалуй, обязательной и лучшей школой для ученого, тем более что для Фарадея это «растирание красок» вылилось в совместные исследования со всемирно известным ученым и знакомство с наиболее заметными проблемами и людьми науки того времени.

Фарадей писал в одном из своих писем из-за границы:

«Я мог бы высказать тысячу жалоб, но, размышляя обо всем трезво и объективно, я думаю, что мне вообще нет никакой нужды жаловаться на кого бы то ни было».

Фарадей вернулся из путешествия зрелым, самостоятельно мыслящим ученым. Как-то из Флоренции пришла посылка с образцами тосканского известняка — герцогиня, во время поездки познакомившаяся с Дэви, просила сделать анализ минерала, видимо, на предмет оценки принадлежащих ей природных богатств.

Дэви, занятый в то время отработкой конструкции знаменитой безопасной шахтерской лампы, предложил выполнить достаточно тривиальную работу Фарадею.

Тот скоро окончил анализы, передал результаты Дэви и был несказанно удивлен, когда последний отдал материал в научный журнал в качестве оригинальной статьи. Первой научной статьи Майкла Фарадея.

До сих пор он считал себя автором только одного

произведения. 10 лет назад восемнадцатилетний Фарадей взял пустую тетрадь и вывел на обложке:

«Философский сборник разных статей, заметок, событий, приключений и т. д., относящихся до наук и искусств и собранных из газет, обозрений, журналов и других сочинений с целью содействовать развлечению, самообучению, а также подтверждению или разрушению теорий, распространенных в ученом мире. Составил Майкл Фарадей в 1809–1810 годах».

Через десять лет — первая настоящая статья, быть может, со стороны и менее интересная, но неизмеримо более глубокая. Уже в первой статье четко прослеживаются основные черты Фарадея-исследователя: глубина, редкое упорство в достижении цели, исчерпывающая полнота, спокойствие, свойственное лишь великим умам.

Мы уже говорили об убежденности Фарадея во всеобщей связи явлений — убежденности, разделявшейся тогда Далеко не всеми. Восхищает любовь Фарадея к порядку и полной определенности — он не признавал непроверенных фактов, а манера точно составлять отчеты неоднократно приводила в восторг директоров института. Диапазон его работ в то время довольно широк, но в основном это были исследования в области химии.

Перемена в тематике его занятий случилась в августе 1820 года — в это время по Европе рассылался Эрстедом его знаменитый мемуар: «О воздействии электрического конфликта на магнитную стрелку».

В августе Дэви получил по почте только что напечатанный в Англии мемуар — невесомые странички.

Дэви и Фарадей немедленно повторили эксперимент Эрстеда и с восхищением убедились, что Эрстед прав — протекание тока в проводе неизбежно вызывало отклонение размещенной поблизости магнитной стрелки.

И знаменитый Дэви, и еще неопытный Фарадей с внезапной ясностью ощутили, как и все, видевшие опыт, что рушится стена между двумя дотоле никак, казалось, не связанными друг с другом силами природы — электричеством и магнетизмом. Стена начала рушиться, и обнаружились неведомые связи, повеяло свежим воздухом новых открытий.

Был август. Потрясенный Араго уже интенсивно работает, развивая опыты Эрстеда, показанные ему молодым де-ля Ривом; он замечает, что не только стрелки компаса, но и железные опилки легко «чувствуют» наличие электрического тока — они облепляют проволочку с током; при выключении тока опилки опадают черными хлопьями…

Был август. Только в сентябре об опытах Эрстеда узнает Ампер, которому суждено первому понять и истолковать их. Ампер, «этот докучливый умник Ампер», опередил всех, развив свою стройную теорию образования магнетизма за счет электричества и потратив всего две недели (плюс, разумеется, всю предыдущую жизнь).

Фарадею и Дэви это не удалось. Все произошло слишком быстро. В августе они узнали об опытах Эрстеда, а уже в сентябре Ампер предложил стройную теорию, объясняющую непонятные опыты.

Нельзя сказать, что Дэви и Фарадей были в восторге от теории Ампера. Но разрушить изящное здание было трудно: с какой бы стороны к нему ни подобраться, оно оказывалось безупречным. Шли месяцы, а Дэви и Фарадей не могли предложить ничего, что могло бы заменить теорию Ампера.

Кончилась осень, прошла зима, наступила весна 1821 года. Дэви постепенно отдалялся от задач, связанных с электричеством, Фарадей был упорен, но тоже никаких опровержений теории Ампера не находил.

Прошла весна, наступило лето, коллеги Фарадея разъехались кто куда. Дэви, как и его друг Водластон, известный химик и физик (он открыл палладий и родий, а также линии, которые впоследствии несправедливо назовут фраунгоферовыми, а не волластоновыми), уехал на курорт, а Фарадей остался в душном Лондоне и упорно работал над новыми проблемами связи электричества и магнетизма.

В то время произошло важное для Фарадея и его открытий событие. Редактор научного журнала «Философские анналы» доктор Филиппе предложил Фарадею написать обзорный очерк истории электромагнетизма.

Предложение было весьма почетным, но в какой-то мере, по-видимому, объяснялось и тем, что Дэви и Волластона в Лондоне в то время не было.

Фарадей с жаром принялся за дело. Будучи, как уже говорилось, человеком пунктуальным, привыкшим все делать с исчерпывающей полнотой, привыкшим проверять всех и вся — «люди склонны ошибаться», — он решает лично проделать все опыты, которые привели к пониманию электромагнетизма. Он стал возвращаться домой еще на два часа позже, чтобы суметь выполнить многочисленные эксперименты. Под занавес (хочется говорить театральным языком: история возвышения Фарадея пока еще напоминает жизнеописания великих актеров и актрис, завоевавших сцену после того, как их случайно выпускали на публику из-за болезни «кумира» или другой неожиданности)

Фарадей решил осуществить опыт, о котором как-то месяца 2 назад говорили в его присутствии Дэви и Волластон. Идея опыта была, по-видимому, ими еще недостаточно отработана — речь шла о том, что проволока, через которую пропущен ток, как будто должна под действием магнита вращаться вокруг своей оси.

В самом указании на возможность электромагнитного вращения нового ничего не было — о нем говорил еще Ампер. Но идея эксперимента была новой.

Установка состояла из серебряной чаши с ртутью, посреди которой ставился на торец брусковый магнит.

В ртути плавала пробка, проткнутая медной проволокой; другой конец проволоки шарнирно укреплялся над магнитом и подсоединялся к полюсу вольтова столба. Другой полюс столба подсоединялся непосредственно к серебряному сосуду.

Таким образом образовалась электрическая цепь: «плюс» вольтова столба, серебряная чаша, ртуть, проволочка, «минус» вольтова столба, «вольтов столб», «плюс» вольтова столба.

Когда цепь замыкалась и по ней тек электрический ток, появилась возможность изучить взаимодействие тока с магнитным полем брускового магнита.

Поскольку проволочка могла легко передвигаться, можно было надеяться, что те «магнитные» силы, которые отклоняют магнитную стрелку в опытах Эрстеда, заставят вращаться и проволочку.

Перед началом опыта к Фарадею в лабораторию зашел Джордж Бернар.

Его сестра Сара Бернар, 21 года, недавно стала женой Фарадея.

Свадьба Фарадея и дочки серебрянщика была более чем скромной — даже ближайшие друзья с удивлением узнали, что их не пригласили. Это стало началом прекрасной и неизменной преданности, дружбы и любви Сары и Майкла, любви, которую Майкл ценил выше, чем свои научные успехи. Брак был необыкновенно счастливым, хотя и бездетным.

Именно Джорджу Бернару волей случая пришлось стать первым свидетелем того, как при включений тока проволочка начала быстро вращаться вокруг магнита.

Поменяв «плюс» с «минусом» или переставив магнитик «с ног на голову» (выставив из ртути наружу, скажем, северный полюс вместо южного), можно было добиться, чтоб направление вращения изменялось.

Джордж Бернар рассказывал, что никогда еще не видел Майкла в столь возбужденном состоянии, как в тот памятный вечер. Это и понятно. Впервые человек увидел движение, причем

не судорожное, а равномерное, постоянное, непрерывное движение, созданное неощутимым взаимодействием великих сил природы — электричества и магнетизма.

Думаем ли мы теперь, глядя на впечатляющие махины гидрогенераторов, электродвигателей судов и электровозов, что они с их исполинской мощью суть порождения несложного прибора Фарадея, в котором впервые в мире взаимодействие поля и тока дало вращение легчайшей проволочке!

Итак, очерк по истории электромагнетизма, заказанный Фарадею, определенно «вытанцовывался» да еще столь эффектным образом! Впрочем, была одна заминка: как быть с тем, что Фарадей идею опыта фактически заимствовал из разговора, при котором случайно присутствовал (хотя, как выяснилось впоследствии, Фарадей понял основную роль опыта неправильно!).

Лучше всего было бы показать статью Дэви, но того не было в Лондоне, Волластон тоже уехал к морю, а редактор срочно требовал статью. И Фарадей сдал статью в номер.

Когда Дэви и Волластон вернулись из отпуска, их ожидал уже номер журнала со статьей Фарадея, где ни словом не упоминалось о Волластопе или Дэви… Статья была подписана одной буквой «М», а дополнения с описанием электромагнитного вращения — полным именем Фарадея.

По Королевскому институту поползли слухи…

Под угрозу стал не только приоритет Фарадея в осуществлении электромагнитного вращения, но и вся его научная карьера — что может быть страшнее для ученого, чем обвинение в научной недобросовестности!

Фарадей решает поговорить с Волластоном начистоту. Он пишет ему обстоятельное и откровенное послание и через некоторое время получает ответ:

«Сэр! Мне кажется, что Вы находитесь в заблуждении, преувеличивая силу моих чувств по поводу тех обстоятельств, о которых Вы пишете.

Что касается мнения, которое другие лица могут иметь о Ваших поступках, то это дело целиком Ваше и меня не касается, но если Вы считаете, что не заслужили упрека в недобросовестном пользовании чужими мыслями, то Вам, как мне кажется, не следует придавать большого значения всему этому происшествию.

Однако, если Вы тем не менее не отказались от желания иметь беседу со мной и если Вам удобно зайти ко мне завтра утром, между десятью и 10,5 часами, то можете быть уверены, что застанете меня дома.

Ваш покорный слуга У. Х. Волластон».

* * *

Фарадей никогда не брал патентов на свои изобретения и совер-

совершенно не предпринимал никаких попыток к доведению их до прак-

практического использования. «Мне скорее хотелось бы отыскать новые

факты и новые соотношения, связанные с магнитоэлектрической ин-

Дукцией, чем увеличивать мощность достигнутых эффектов».

* * *

Встреча состоялась, причем, по-видимому, Волластон принял во внимание обстоятельства, из-за которых его имя не было упомянуто в статье, и с высоты своих научных заслуг решил отказаться от каких-либо претензий к Фарадею, молодому, симпатичному ему ученому, не числящему еще за собой каких-либо серьезных научных заслуг. По-видимому, он так и не понял до конца революционности опыта, считая прибор Фарадея малозначащей игрушкой. А это был первый электродвигатель! Знай это Волластон, он, вероятно, не отказался бы от претензий так легко.

Так или иначе, после встречи отношение Волластона к Фарадею стало очень сердечным — он не упускал слуслучая заглянуть в лабораторию молодого исследователя, замолвить о нем доброе слово.

К сожалению, того же нельзя сказать о Дэви — он относился к Фарадею все прохладнее. Он испытывал к бывшему ученику сложные чувства: и бесспорное восхищение способностями Фарадея, и ревность по отношению к более удачливому коллеге, и гордость за него, и обиду за отрицательный отзыв, написанный на одно из изобретений Дэви Фарадеем. Не разобрался Дэви как следует и в случае с открытием электромагнитного вращения.

Положение осложнилось тем, что Дэви был президентом Лондонского Королевского общества. Когда в виду больших научных заслуг Фарадея встал вопрос об избрании его в Королевское общество (честь, эквивалентная нашему избранию в академики), Дэви не поддержал предложение (кстати сказать, первым подписал предложение Волластон). Потребовалось вмешательство друзей и доброжелателей Фарадея, чтобы сломить сопротивление Дэви и выставить кандидатуру Фарадея на голосование. Протокол общества от 1 мая 1823 года сохраняет

для нас заявление тех, кто предложил его кандидатуру:

«Сэр Майкл Фарадей, превосходно знающий основы химии, автор многих сочинений, опубликованных в трудах Королевского общества, изъявляет желание вступить в число членов этого общества, и мы, нижеподписавшиеся, рекомендуем лично нам известного Фарадея как лицо, безусловно, достойное этой чести, и полагаем, что он будет для нас полезным и ценным членом».

После голосования в урне оказался лишь один «черный шар». Многие исследователи полагают, что его бросил Дэви. Трудно через полтора столетия судить об этом с полной определенностью.

Избрание Фарадея состоялось в 1824 году, через 11 лет после назначения его лаборантом.

Звезда Дэви в те дни начала меркнуть. Уже несколько лет он не публиковал научных статей, в 1826 году он в последний раз провел эксперимент в лаборатории королевского института. Можно предположить, что он ушел на покой, устав от жизни в науке. Видимо, его созидательный гений уже иссяк, он тяжело осознавал это и удалился… Ему было всего лишь 48 лет. 50 лет он, тяжело переживая свой творческий кризис, поехал развеяться за границу, где вскоре скончался.

Он сделал много великих открытий, но, по его собственному признанию, самым великим его открытием было то, что он открыл Фарадея.

А ведь о самых великих открытиях Фарадея Дэви узнать не успел — они еще впереди.

Одержимый идеями о неразрывной связи и взаимовлиянии сил природы, Фарадей безуспешно пытался каким-то образом показать, что раз уж с помощью электричества Ампер мог создавать магниты, точно так же с помощью магнитов можно создавать электричество.

Логика его была проста: механическая работа легко переходит в тепло; наоборот, тепло можно преобразовать в механическую работу (скажем, в паровозе). Вообще, среди сил природы чаще всего случается следующее соотношение: если А рождает В, то и В рождает А.

Если с помощью электричества получают магнетизм, то, по-видимому, возможно «получить электричество из обычного магнетизма». Такую же задачу поставили перед собой Араго и Ампер в Париже, но они вскоре решили, что задача безнадежна.

Фарадей ставит множество опытов, ведет педантичные записи. Каждому небольшому исследованию он посвящает параграф в лабораторных записях (изданы в Лондоне полностью в 1931 году под названием «Дневник Фарадея»). О

работоспособности Фарадея говорит хотя бы тот факт, что последний параграф «Дневника» помечен номером 16041. Блестящее мастерство Фарадея-экспериментатора и его одержимость дали результат — через 11 лет после Эрстеда, 17 октября 1831 года, он, быстро вдвигая железный сердечник в катушку, убедился в том, что в какой-то момент в цепи катушки возникает ток. Будь прибор Фарадея не на виду у него или у его ассистента в тот самый момент, когда он вставлял сердечник, неизвестно» сколько времени ему пришлось бы биться над своей задачей.

Интересно, что до Фарадея абсолютно такие же опыты проводил Ампер. Чтобы избежать ошибок, связанных с сотрясением приборов, и Фарадей, и Ампер поместили измерительный прибор в отдельную комнату. Разница, казалось бы, была очень небольшой: Ампер сначала вдвигал сердечник, а потом следовал в соседнюю комнату посмотреть, не появился ли ток. Пока Ампер шел из комнаты в комнату, ток, который возникает лишь во время вдвигания, то есть во время изменения магнитного поля во времени, уже успокаивался, и Ампер, придя в соседнюю комнату, убеждался в том, что «никакого эффекта нет». Фарадей же работал с ассистентом.

Об ассистенте следует, быть может, рассказать поподробнее. Артиллерийский сержант Андерсен был помощником Фарадея в течение 40 лет: «Он помогал мне при всех опытах, и я ему много обязан и благодарен за его заботливость, невозмутимость, пунктуальность и добросовестность». Гельмгольц отмечал впоследствии, что Андерсен отличался интересной чертой — он серьезно считал, что сам выдумывает и исполняет фарадеевские опыты, оставляя на долю того «пустые разговоры».

В записках Фарадея была найдена «шкала научных заслуг», включающая четыре ступени:

> Открытие нового факта.
>
> Сведение его к известным принципам.
>
> Открытие факта, несводимого к известным принципам.
>
> Сведение всех фактов к еще более общим принципам.
>
> В соответствии с этой шкалой открытия самого Фарадея — высшая ступень. Открытие Герцем электромагнитных волн — это вторая ступень, открытие радиоактивности Беккерелем — третья ступень.
>
> Заслуга Эйнштейна — четвертая, высшая ступень.

Когда Фарадей вдвигал в катушку сердечник, Андерсен

заметил отклонение стрелки прибора…

Можно снова и снова повторять за Гельмгольцем:

«И от этих случайных обстоятельств зависело великое открытие!»

Через несколько дней после открытия электромагнитной индукции Фарадей набрасывает пером на бумаге и строит первый в мире электрогенератор. Очень интересно, что Фарадей изобрел униполярный генератор, то есть наиболее сложный по принципу действия из всех генераторов, известных сегодня. Еще интереснее, что точно такой же по принципу действия генератор Фарадей мог получить 9 лет назад. Стоило ему самому начать крутить вокруг магнита проволочку своего первого двигателя, а не ждать, пока она закрутится при пропускании тока, и он имел бы электрогенератор! Ведь сейчас каждому школьнику известно, что электродвигатель и электрогенератор обратимы! Но Фарадей не догадался покрутить проволочку вокруг магнитика…

«И от этой мелочи…» и так далее, по Гельмгольцу.

Итак, Фарадей с интервалом в 9 лет сделал два величайших открытия, которые, можно сказать с уверенностью, произвели революцию в жизни человечества, — он изобрел электродвигатель и электрогенератор.

Интересно теперь более подробно проследить, как пришел Фарадей к своему открытию. Кроме интуитивной убежденности во всеобщей связи явлений, его, собственно, в поисках «электричества из магнетизма» ничто не поддерживало. К тому же он, как и его учитель Дэви, больше полагался на свои опыты, чем на мысленные построения. Дэви учил его:

«Хороший эксперимент имеет большие ценности, чем глубокомыслие такого гения, как Ньютон».

Все лабораторные записи Фарадея, сделанные на протяжении многих десятилетий и собранные в восьмитомном «Дневнике», не содержат ни одной математической формулы, ни одного логического построения, не подтвержденного опытом.

К тому же Фарадей не знал математики, и изящные построения блестящих математиков Ампера, Био, Савара и Лапласа были ему попросту непонятны.

И тем не менее именно Фарадею суждены были великие открытия. Дело в том, что Фарадей порой стихийно рвал путы эмпирики, некогда навязанные ему Дэви, и в такие минуты его осеняло великое прозрение — он приобретал способность к глубочайшим обобщениям.

Сейчас даже из соображений симметрии ясно, что если электрический ток (то есть движущийся электрический заряд) создает магнитное поле, то электрическое поле должно

создаваться при движении магнита или магнитного поля. Для того чтобы прийти к этому выводу, Фарадею потребовалось 11 лет.

За многие годы Фарадей перебрал множество комбинаций проводников, спиралей, сердечников и магнитов.

Говорят, он в течение всего этого времени таскал в кармане магнит и кусок проволоки, чтобы в любое время исследовать, что произойдет при новом их взаимном расположении.

Нельзя сказать, чтобы искал он совсем уж вслепую.

Фарадей опирался на аналогию с электростатической индукцией. (Если к телу поднести заряд, то поверхность тела, близкая к заряду, тоже зарядится, но только электричеством другого знака.) А Фарадей искал индукцию электрического тока (движущихся зарядов), полагая, что она может быть вызвана магнетизмом.

Первый проблеск удачи появился, как уже было сказано, лишь через 11 лет после начала опытов.

29 августа 1831 года он собрал в лаборатории следующую несложную установку: на железное кольцо диаметром около шести дюймов он намотал изолированной проволокой две обмотки. Когда Фарадей подключил к зажимам одной обмотки батарею, артиллерийский сержант увидел, как дернулась стрелка гальванометра, подсоединенного к другой обмотке.

Дернулась и успокоилась, хотя постоянный ток продолжал течь по первой обмотке. Фарадей тщательно смотрел все детали простой установки — все было в порядке.

* * *

Фарадей придавал громадное значение искусству чтения лекций.

Он брал уроки ораторского искусства. Его правила при чтении лекции: никогда не повторять фразу; никогда не возвращаться назад, чтобы уточнить что-либо: если не находится подходящего слова, никогда не бормотать: «Э-э-э..», «значит…» и т. п. Нужно остановиться — слова придут сами.

Артиллерийский сержант Андерсен должен был подкладысать читающему лекцию Фарадею на кафедру карточки: «Медленнее» и «Время».

* * *

Но стрелка гальванометра упрямо стояла на нуле.

С досады Фарадей решил выключить ток, и тут случилось чудо — во время размыкания цепи стрелка гальванометра, показывающего электрическое напряжение в другой обмотке,

опять качнулась и опять застыла на нуле! Вот как описывал сам Фарадей события великого дня:

«Я изготовил железное кольцо из мягкого круглого железа толщиной в 7/8 дюйма. Внешний диаметр кольца был 6 дюймов. Я намотал на одну половину кольца много витков медной проволоки, изолированных шнуром и коленкором. Всего на этой половине было намотано три куска проволоки, каждый длиной около 24 футов. Концы проволоки можно было соединить в одну обмотку или применить раздельно.

Испытание показало, что каждый из кусков проволоки вполне изолирован от двух других. Эту сторону кольца я обозначу буквой **А**. На другую половину кольца, отступив на некоторый промежуток от стороны **А**, я намотал еще два куска той же проволоки общей длиной около 60 футов. Направление витков было то же, что и на половине **А**. Эту сторону кольца я обозначу буквой **В**.

Я зарядил батарею из десяти пар пластинок, 4 квадратных дюйма каждая. На стороне В я соединил оба конца проволоки в общую цепь и приключил ее к гальванометру, который был удален от моего кольца на 3 фута.

Тогда я подключил концы одной из проволок на стороне **А** к батарее, и тотчас же произошло заметное действие на стрелку гальванометра. Она заколебалась и затем вернулась в свое первоначальное положение. Когда я прервал контакт стороны **А** с батареей, немедленно же произошел новый бросок стрелки».

Фарадей был в недоумении: во-первых, почему стрелка ведет себя так странно? Во-вторых, имеют ли отношение замеченные им всплески к явлению, которое он искал?

Вот тут-то и открылись Фарадею во всей ясности великие идеи Ампера — связь между электрическим током и магнетизмом. Ведь первая обмотка, в которую он подавал ток, сразу становилась магнитом. Если рассматривать ее как магнит, то эксперимент 29 августа показал, что магнетизм как будто бы рождает электричество.

Только две вещи оставались странными: почему всплеск электричества при включении электромагнита стал быстро сходить на нет? И более того, почему всплеск появляется при выключении магнита?

На следующий день, 30 августа, новая серия экспериментов. Эффект ясно выражен, но тем не менее абсолютно непонятен.

Фарадей чувствует, что открытие где-то рядом.

23 сентября он пишет своему другу Р. Филиппсу:[11]

«Я теперь опять занимаюсь электромагнетизмом и думаю, что напал на удачную вещь, но не могу еще утверждать это. Очень

может быть, что после всех моих трудов я в конце концов вытащу водоросли вместо рыбы».

К следующему утру, 24 сентября, Фарадей подготовил много различных устройств, в которых основными элементами были уже не обмотки с электрическим током, а постоянные магниты. И эффект тоже существовал!

Стрелка отклонялась и сразу же устремлялась на место.

Легкое движение происходило при самых неожиданных манипуляциях с магнитом, иной раз казалось — случайно. Нет, не может того быть! Разгадка где-то рядом. Но где?

Следующий эксперимент — 1 октября. Фарадей решает вернуться к самому началу — к двум обмоткам: одной с током, другой — подсоединенной к гальванометру. Различие с первым экспериментом — отсутствие стального кольца — сердечника. Всплеск почти незаметен. Результат тривиален. Ясно, что магнит без сердечника гораздо слабее магнита с сердечником. Поэтому и эффект выражен слабее. (Тривиально и ясно для нас, уже знающих, в чем тут дело. Но для Фарадея роль железного сердечника ясна отнюдь не была.)

Фарадей разочарован. Две недели он не подходит к приборам, размышляя о причинах неудачи.

Эксперимент триумфальный— 17 октября.

Фарадей заранее знает, как это будет. Опыт удается блестяще.

«Я взял цилиндрический магнитный брусок?/4 дюйма в диаметре и 874 дюйма длиной) и ввел один его конец в просвет спирали из медной проволоки?20 футов длиной), соединенной с гальванометром. Потом я быстрым движением втолкнул магнит внутрь спирали на всю его длину, и стрелка гальванометра испытала толчок. Затем я так же быстро вытащил магнит из спирали, и стрелка опять качнулась, но в противоположную сторону. Эти качания стрелки повторялись всякий раз, как магнит вталкивался или выталкивался».

Секрет — в движении магнита! Импульс электричества определяется не положением магнита, а движением!

«Это значит, что электрическая волна возникает только при движении[12] магнита, а не в силу свойств, присущих ему в покое».

Идея оказалась плодотворной. Если движение магнита относительно проводника создает электричество, то, видимо, и движение проводника относительно магнита должно рождать электричество! «Электрическая волна» не исчезнет до тех пор, пока будет продолжаться взаимное перемещение проводника и магнита. Значит, есть возможность создать генератор

электрического тока, действующий сколь угодно долго, лишь бы продолжалось взаимное движение проволоки и магнита!

Здесь — путь к современным электрогенераторам. И поскольку Фарадей правильно оценил принцип действия нового устройства, оно было им быстро построено и испытано.

28 октября Фарадей установил между полюсами подковообразного магнита вращающийся медный диск, с которого при помощи скользящих контактов (один на оси, другой на периферии диска) можно было снимать электрическое напряжение. Это был первый электрический генератор, созданный руками человека.

Кстати, говоря о том, что фарадеевский генератор вырабатывает электричество, мы никогда не задаемся вопросом: какое? Ответ для нас ясен — на свете есть лишь одно электричество, находящееся Обычно В самых различных формах. Это не было ясным во времена Фарадея, и вопрос «какое?» был вполне уместен.

* * *

> Американский физик Джозеф Генри, единственный американец, которого в 20-х годах прошлого века увлекала проблема взаимоотношения электричества и магнетизма, оказалось, еще в 1830 году наблюдал явление электромагнитной индукции. Однако Генри не оспаривал приоритета Фарадея, руководствуясь мудрым и справедливым правилом: первооткрывателем считается тот, кто раньше обнародовал открытые им явления.

* * *

Фарадей сравнил действие различных «электричеств»: получаемого с помощью змея, «янтарного», от электрических рыб. Выяснилось, что все электричества идентичны по свойствам, но различны по количеству. Например, все они могут разлагать воду, только с различной скоростью. Вывод Фарадея о том, что электричество, каким бы путем оно ни было получено, едино по своей природе, — тоже один из важнейших в истории электричества.

Открытие Фарадея еще раз подтверждает остроумную мысль, некогда выраженную Исааком Ньютоном: «Природа проста и не роскошествует излишними причинами».

После «электромагнитной эпопеи» Фарадей был вынужден прекратить на несколько лет свою научную работу — настолько была истощена нервная система непрестанными напряженными раздумьями.

Вообще Фарадей никогда не щадил себя, занимаясь наукой.

Серьезно укоротили его жизнь химические опыты, где широко использовалась ртуть, беспрерывно, хотя и не намеренно, проливающаяся на пол, а затем испаряющаяся.

Оборудование его лаборатории было абсолютно негодным с точки зрения самой элементарной техники безопасности. Вот письмо самого Фарадея:

«В прошлую субботу у меня случился еще один взрыв, который опять поранил мне глаза. Одна из моих трубок разлетелась вдребезги с такой силой, что осколком пробило оконное стекло, точно ружейной пулей. Мне теперь лучше, и я надеюсь, что через несколько дней буду видеть так же хорошо, как и раньше. Но в первое мгновение после взрыва глаза мои были прямо-таки набиты кусочками стекла. Из них вынули тринадцать осколков…»

* * *

Вот как сообщила санкт-петербургская «Иллюстрированная газета» о смерти Фарадея в 1867 году:

«Лондон. Скончался знаменитый английский физик Фарадей. Он был сыном кузнеца, который определил его учеником к переплетчику. С 1813 года он стал препаратором лаборатории королевского института и любимым учеником и сотрудником химика Г. Дэви Фарадей считался самым проницательным теоретиком. Электричество было главной целью его изысканий. Медицина обязана ему открытием фарадизации, или способа лечения посредством гальванических токов».

Как видно из этой заметки, современники не оценили в полной мере основных заслуг Фарадея.

* * *

Когда, за несколько лет до смерти, Фарадею предложили квартиру в Хэмптон-Корте, его здоровье было уже сильно подорвано работой.

С годами он отказывался от всего, что могло бы помешать ему работать, от писем, от лекций, от встреч с друзьями.

Последняя лекция — на рождество 1860 года.

Сложил с себя обязанности профессора — октябрь 1861 года.

Последняя работа в лаборатории — 12 марта 1862 года.

Сложил с себя обязанности главы христианской общины в 1864 году.

Сложил с себя обязанности, связанные с электрическим освещением маяков, в 1865 году.

Последний раз интересовался электричеством — его восхитила громадная электрическая машина Хольтца — в 1865

году.

Силы его непрерывно слабели…

Он умер спокойно и без сожаления.

Прах его покоится на Хайгетском кладбище в Лондоне, недалеко от места захоронения Карла Маркса, столь высоко оценившего революционность идей Фарадея.

В Вестминстерском аббатстве установлена мемориальная доска Фарадею,[13] его имя здесь находится рядом с именами самых великих ученых Англии — Ньютона, Максвелла, Резерфорда.

Рождение уравнений

Всего несколько месяцев разделяют рождение закона электромагнитной индукции Фарадея и рождение Джейм-Джеймса Клерка Максвелла, гениального *dp/dt*.[14] Фарадей сделал свое гениальное открытие 4 октября 1831 года, а несколько раньше — 13 июня того же года в семье шотландского лендлорда Джона Клерка Максвелла родился сын Джеймс.

И теория Фарадея, и юный отпрыск знатного старинного шотландского рода должны будут еще пройти рука об руку немало лет, а пока предстоит им прожить первые, самые трудные годы жизни.

Нельзя сказать, что появление на свет фарадеевских идей, прочно связанных с понятием «силовых линий» и «силовых трубок», было встречено с восторгом.

Непричесанное дитя не знающего математики бывшего переплетчика было не под стать стройным, прекрасно математически оформленным созданиям знаменитых французов Кулона, Ампера, Био и Лапласа, разработавших на базе представлений о мгновенном действии на расстоянии блестящие теории и изящные формулы.

Фарадеевская теория силовых линий и трубок, занимающих все пространство, в этой блестящей компании была явной золушкой, хотя и заметной, но слишком уж непрезентабельной, чтобы ее принимать всерьез.

Поэтому-то первые годы жизни новой теории нельзя назвать счастливыми. Некоторые исследователи допускают мысль, что встреча Максвелла с новой теорией вполне могла не состояться — в этом случае развитие физики, возможно, пошло бы совсем иным путем и идеи Фарадея были бы забыты.

Детство Джеймса Клерка Максвелла было счастливым. Двухэтажный каменный дом Максвелла стоял в живописной малонаселенной местности на севере Англии. Его друзья — лошадка пони, собака, осы, лягушки (чтобы лучше слышить их «пение», мастер Джеймс брал их в рот), вообще все живое (через несколько лет он писал: «Как поживают травы, кустарники и деревья? Коровы, овцы, лошади, собаки и люди?»).

Весь мир, существующий вокруг, был для него открытой книгой, страницы которой маленький мальчик перелистывал с жадностью.

«Мастер Джеймс — счастливейший человек, он намного поправился с тех пор, как погода стала умеренной, у него по горло работы с дверями, замками, ключами и т. д., а слова

«покажи мне, как это делается» постоянно сопутствуют ему. Он исследует тайные ходы для проволок от колокольчиков и путь, по которому вода течет из пруда через плотину, вниз по канаве, в воду Урра, а затем в море, где плавают корабли.

Что касается колокольчиков, то они у нас не заржавеют; он стоит на часах в кухне… или звонит сам, посылая при этом наблюдать и кричать ему о том, что в это время происходит, потом таскает повсюду отца, заставляя показывать дыры, сквозь которые проходят проволоки…»

Это — строки из письма матери Джеймса, как видно уже по письму, женщины одаренной и тонко чувствующей. В то время «мастеру Джеймсу» было всего около трех лет. Такой интерес к окружающему миру у трехлетнего мальчика — в общем, явление, встречающееся нередко; но каким многозначительным кажется он, когда мы уже знаем, что из пытливого малыша вырос гений!

Отец Максвелла — Джон Клерк Максвелл был человеком явно незаурядным. Будучи адвокатом, он тем не менее больше времени уделял другим, более интересным для него вещам, путешествовал, занимался спортом, мастерил, конструировал машины, ставил физические опыты, увлекался техникой и даже опубликовал несколько научных статей. Когда малыш Максвелл возвращался с прогулки, он нес с собой полные горсти «ценностей»: палочек, камешков, растений и тому подобных вещей.

Дома он хранил свои сокровища до прихода отца, который рассказывал Джеймсу отдельно о каждой находке.

Сам Максвелл не уставал повторять, что добрые и мудрые родители — одна из величайших удач, о которых можно только мечтать.

Наконец, ему повезло в том смысле, что он родился во время промышленного расцвета в Англии — «старик пар» стал уже понемногу сдавать позиции «величайшему революционеру» — электрической искре. Открытия Фарадея привели к широкому распространению электромагнитных устройств.

Делаются первые успехи в области электрического телеграфа. Начинают подумывать о прокладке по дну океана между Америкой и Европой электрического кабеля. Становится жизненно необходимой единая теория электромагнетизма, которая вобрала бы в себя все частные формулы и зависимости, могущие помочь в исследовании не только тех конкретных случаев, решения для которых уже были получены, но и тех, которые встретятся на практике впервые.

Но пока — школа (школа называлась важно — Эдинбургская академия). В ней Максвеллу не понравилось — едва он явился

туда первый раз в домотканой одежде и деревенских отцовской модели грубых башмаках, ему была устроена «аборигенами», как сейчас сказали бы, «темная». («Они набросились на меня, как пчелы».) Но и потом, когда отношения нормализовались, академия не смогла пробудить симпатий Джеймса. Учился он плохо, особенно по арифметике (вот он — будущий гениальный математик!), для которой, как считалось, у него не хватало воображения. Да и вообще, в академии его называли «дуралеем», считали нелюдимым и туповатым.

Единственная радость — письма к отцу. «Мой дорогой папа, в тот день, когда ты уехал, мы пошли в зоопарк, и там был слон, и Лиза испугалась его некрасивой морды. А у одного джентльмена был мальчик, который спрашивал, не индийская ли это корова. Собачка Аски думает, что она тоже школьник, хочет идти со мной в школу…

Твой почтительный слуга.

Джеймс Клерк Максвелл».

И вдруг — геометрия, треугольно-прямоугольно-многоугольная геометрия, с четкой логикой, с наглядностью, к которой он так привык в детстве, с волнующими названиями, блестящими чертежными инструментами.

«Я сделал тетраэдр, додекаэдр, — пишет он отцу, — и два других эдра, названия которых еще не знаю».

Геометрия разбудила Джеймса, он начинает заниматься с невиданным увлечением и вскоре становится лучшим учеником академии. Успехи его не просто хороши, они великолепны, блестящи, потрясающи. Его коллеги впоследствии вспоминали, как Максвелл «с помощью одной фигуры и нескольких линий» решил сложнейшую задачу по стереометрии, условие которой было записано на трех досках.

Несколько раз в Эдинбург приезжал из имения отец Джеймса, вместе они осматривали город, иногда заходили на заседания Королевского общества. На одном из заседаний возник вопрос, каким образом древние этруски могли построить, не зная высшей математики, совершенно правильный овал (обсуждался вопрос о форме этрусских погребальных урн). Максвелл был заинтригован проблемой и через некоторое время предложил необычайно остроумный и гениально простой способ вычерчивания овальных кривых и эллипсов с помощью двух иголок и связанной в кольцо нити.

Способ был доложен на заседании Эдинбургского Королевского общества и одобрен самыми известными учеными Шотландии. Доложен, разумеется, не Максвеллом (ему в ту пору не было и 15 лет), а другим, достаточно солидным ученым.

За этой работой — множество других. Он изучает поляризацию света, магнитные явления, доказывает важную теорему теории упругости (впоследствии стала называться «теоремой Максвелла»). В ту пору Джеймсу Клерку Максвеллу было неполных 19 лет.

Его страсть к исследованиям и приобретению новых знаний беспредельна. Отец поощряет его. Когда Максвелл едет погостить к приятелю в Бирмингам, отец намечает для него следующую программу действий:

«Эдинбург, 13 марта 1853 г.

Попроси Гейджа дать тебе инструкцию по бирмингамским заводам, познакомься, если сможешь, с работой оружейников, с производством пушек и их испытаниями, с производством холодного оружия и его испытанием; с папье-маше и лакированием; с серебрением путем цементации и путем накатки; серебрением электролитическим способом — на заводе Элкингтона; с плавкой и штампованием — на заводе Брэзиера; с обточкой и изготовлением чайников из белого металла и т. д.; с производством пуговиц различных сортов, стальных перьев, иголок, булавок и всевозможных мелких предметов, которые очень интересно изготавливаются путем разделения труда и при помощи остроумных инструментов; к местной промышленности относится и производство разных сортов стекла, а также и литейное дело всех видов, производство машин, инструментов и приборов (оптических и научных) как грубых, так и тонких. Если тебе Бирмингам надоест, отправляйся в Кенилворт, Варвик, Стратфорд на Эйвоне…»

Максвелл упорно учится. Из академии он переходит в Эдинбургский университет, быстро исчерпав его, он отправляется в Кембридж, в Тринити-колледж, где некогда учился Ньютон и где математика преподавалась на таком высоком уровне, как нигде больше. К сожалению, к физике отношение там было не слишком радушное — в колледже, как писал английский физик А. Шустер, предполагалось, что «физика как наука давно оформилась, и добавить к ней нечего», «все главнейшие факты в природе уже известны, что шансы сделать большое экспериментальное открытие ничтожно малы и что поэтому задача экспериментатора состоит в разрешении споров между соперничающими теориями или в нахождении незначительных остаточных явлений, которые могут добавить более или менее важные подробности теории».

Несмотря ни на что, Максвелл решил посвятить себя именно физике. Его наставник Гопкинс писал: «Это был самый экстраординарный человек, которого я когда-либо видел. Он

органически был неспособен думать о физике неверно. Я растил его как великого гения, со всей его эксцентричностью и пророчеством о том, что он в один прекрасный день будет сиять в физике — пророчеством, с которым убежденно были согласны и его коллеги-студенты».

Особое впечатление произвела на Максвелла книга Фарадея «Экспериментальные исследования по электричеству». Двадцатилетний Максвелл встретился наконец со своей ровесницей — теорией Фарадея, не особенно жалуемой великолепными учеными за свой плебейский наряд, начисто лишенный математической мишуры. Но на проницательного Максвелла, видевшего вещи гораздо глубже своих современников, «Экспериментальные исследования» произвели неизгладимое впечатление. «Я решил, — писал он, — не читать ни одного математического труда в этой области, покуда не изучу достаточно основательно «Экспериментальных исследований по электричеству».

Это была любовь с первого взгляда, любовь на всю жизнь. Многочисленные его увлечения другими отраслями физики были тоже очень плодотворны: он изобрел волчок, поверхность которого, окрашенная в разные цвета, при вращении образовывала самые неожиданные сочетания. При смещении красного и желтого получался оранжевый цвет, синего и желтого — зеленый, при смешении всех цветов спектра получался белый цвет — действие, обратное действию призмы — «диск Максвелла»; он нашел термодинамический парадокс, много лет не дававший покоя физикам — «дьявол Максвелла»; в кинетическую теорию были введены им «распределение Максвелла» и «статистика Максвелла — Больцмана»; есть «число Максвелла». Кроме того, его перу принадлежит изящное исследование об устойчивости колец Сатурна, за которое ему была присуждена академическая медаль и после которого он становится «признанным лидером математических физиков». Кроме того, Максвелл создал множество небольших шедевров в самых разнообразных областях — от осуществления первой в мире цветной фотографии до разработки способа радикального выведения с одежды жировых пятен.

Но главная память о Максвелле, вероятно, единственном в истории науки человеке, в честь которого имеется столько названий, — это «уравнения Максвелла», «электродинамика Максвелла», «правило Максвелла», «ток Максвелла» и, наконец, — максвелл — единица магнитного потока в системе CGS.

Все приведенные названия относятся к области физики, которой Джеймс Клерк Максвелл посвятил жизнь, —

электродинамике, теории электромагнитного поля.

Ко времени Максвелла существовали две теории электричества: теория «силовых линий» Фарадея и теория, разработанная великими французами Кулоном, Ампером, Био, Саваром, Араго и Лапласом. Исходная точка французов — представление о так называемом «дальнодействии», мгновенном действии одного тела на другое на расстоянии без помощи какой-либо промежуточной среды.

Эти ученые были в плену авторитета великого Ньютона и в плену созданных им математических формул (закон всемирного тяготения), хотя Ньютон, по существу, не может считаться первым апологетом «действия на расстоянии». Так, он, в частности, писал:

«Непонятно, каким образом неодушевленная косная материя, без посредства чего-либо иного, что нематериально, могла бы действовать на другое тело без взаимного прикосновения.

Что тяготение должно быть врожденным, присущим ы необходимым свойством материи, так что одно тело может взаимодействовать с другим на расстоянии, через пустоту, без участия чего-то постороннего, при посредстве чего и через что их действие и сила могли бы передаваться от одного к другому, это мне кажется столь большим абсурдом, что я не представляю себе, чтобы кто-либо, владеющий способностью компетентно мыслить в области вопросов философского характера, мог к этому прийти».

Таким образом, Ньютон сам не стоял на позициях дальнодействия. Однако последователи его — Роджер Коте и позднее черногорец Бошкович пришли в конце концов к тому, что тяготение — столь же существенное свойство материи, как протяженность, способность к движению и т. п. Другими словами, они пришли к тому, что промежуточная среда для взаимодействия не нужна — они пришли к «дальнодействию».

Шарль Огюстен Кулон в начале своей научной деятельности написал несколько трактатов о скручивании нитей, волос, тонких проволок. Его глубокие знания в этом вопросе позволили создать всем известные «крутильные весы», на которых он изучал силу взаимодействия двух электрических зарядов.

Результат опытов был поразителен: сила взаимодействия зарядов в пустоте, точно так же, как и ньютоновская сила тяготения, зависела лишь от величины зарядов и расстояний между ними. Пустота, находившаяся между зарядами, по мнению Кулона, никаким образом не входила в формулу вполне справедливо, так как «там ничего не было» и никакого механизма передачи от первого заряда к некоторому участку пространства,

затем к другому, третьему и так до второго заряда, — механизма, потребовавшего бы неизбежно некоторого времени для передачи усилий, представить себе было невозможно.

Кулон был твердо убежден, что промежуточная среда во взаимодействии участия не принимает, взаимодействие происходит на расстоянии без ее участия и, следовательно, мгновенно.

Открытие закона взаимодействия электрических зарядов, в точности повторяющего «по конструкции» законы Ньютона и Кулона, утвердило французских физиков в справедливости концепции «мгновенного дальнодействия».

* * *

Точка зрения ранних приверженцев близкодействия — тело может придать движение другому только путем соприкосновения с ним.

«Тело, движущееся или покоящееся, должно побуждаться к движению пли покою другим телом, которое, в свою очередь, побуждается к движению или покою третьим телом, это — четвертым и так до бесконечности» (Спиноза). Эта точка зрения была отвергнута признанием дальнодействия, которое, в свою очередь, уступило место близкодействию, но уже не на основе непосредственного контакта тел, а на основе взаимодействия тел с полями.

* * *

Теории великих французов были прекрасно математически обработаны и, в общем, выстраивались в довольно изящную и цельную теорию.

Воззрения Фарадея в корне расходились с такими представлениями. Он, как мы уже упоминали, не знал математики. Это был «ум, который никогда не погрязал в формулах», по выражению Эйнштейна.

Максвелл писал впоследствии: «Может быть, для науки является счастливым обстоятельством то, что Фарадей не был собственно математиком, хотя он был в совершенстве знаком с понятиями пространства, времени и силы. Поэтому он не пытался углубляться в интересные, но чисто математические исследования, которых требовали его открытия. Он был далек от того, чтобы ободлечь свои результаты в математические формулы, либо в те, которые одобрялись современными ему математиками, либо в те, которые могли бы дать начало новым начинаниям. Благодаря этому он получил досуг, необходимый для работы, соответствующей его духовному направлению, смог

согласовать идеи с открытыми им фактами и создать если не технический, то естественный язык для выражения своих результатов».

И вот этим-то «если не техническим, то естественным» языком смог выражать Фарадей сложнейшие понятия, которые легли в основу максвелловой теории. Реалистически мыслящий Фарадей, докапывающийся до самых основ, проверяющий всех и вся, органически не мог примириться с теориями великих французов, касающимися мгновенной передачи действия на расстоянии от одного тела к другому без посредства промежуточной среды. Он был абсолютно убежден в том, что «материя не может действовать там, где ее нет». Поэтому Фарадею понадобилась какая-то материальная среда, заполняющая даже «пустое» пространство и через которую от точки к точке передается электрическое и магнитное воздействие.

Среду, через которую передается воздействие, Фарадей назвал «полем». Поле, считал он, пронизано магнитными и электрическими «силовыми линиями».

Увидеть силовые линии, по Фарадею, очень просто.

Например, чтобы увидеть магнитные силовые линии, достаточно насыпать железные опилки на бумагу и поднести снизу магнит.

Электрическое поле можно «увидеть», если продолговатые кристаллики какого-либо диэлектрика (например, кристаллы хинина) взболтать («взмутить») в какой-либо достаточно вязкой жидкости (например, в касторовом масле): кристаллики в электрическом поле образуют картину, напоминающую опилочную.

Силовые линии одновременно определяют направление и величину силы, действующей на заряд.

«Фарадей, — писал Максвелл, — своим мысленным оком видел силовые линии, пронизывающие все пространство.

Там, где математики видели центры напряжения сил дальнодействия, Фарадей видел промежуточный агент.

Где они не видели ничего, кроме расстояния, удовлетворяясь тем, что находили закон распределения сил, действующих на электрические флюиды, Фарадей искал сущность реальных явлений, протекающих в среде».

Однако сторонники дальнодействия не принимали всерьез теоретические построения Фарадея, хотя, разумеется, восхищались его экспериментальными результатами. Житейская логика Фарадея не могла в их глазах противостоять «высокой науке». Один из противников Фарадея писал: «Я никак не могу себе представить, чтобы кто-нибудь, имеющий понятие о

совпадении, которое существует между опытом и результатами вычисления, основанного на допущении закона дальнодействия, мог бы хотя бы один момент колебаться, чему отдать предпочтение: этому ясному и понятному действию или чему-то столь неясному и туманному, как силовые линии».

Ситуация складывалась отнюдь не в пользу Фарадея.

Знаменитый американский физик Роберт Милликеи писал об этом периоде развития Фарадеевских идей:

«Когда Фарадей подтвердил свои гениальные физические идеи гениальнейшими открытиями в области электромагнетизма, он этим не завоевал своим идеям даже минимального признания. Формалисты школы Ампера — Вебера, подобно современным формалистам школы Маха — Авенариуса, с тайным, а иногда и с явным презрением смотрели на «грубые материальные» силовые линии и трубки, порожденные плебейской фантазией переплетчика и лабораторного сторожа Фарадея».

Нужно сказать, что на стороне сторонников дальнодействия была и «моральная сила»—концепция «дальнодействия» лишь относительно недавно в качестве прогрессивной теории обрела права гражданства. А борьба была нелегкой, приходилось, как говорится, насмерть биться со сторонниками старинной, описанной еще Лукрецием, механистической теории «близкодействия», по которой взаимодействующие тела обязательно должны соприкасаться. Отказ от теории привел к ряду важнейших законов и теорий (закон всемирного тяготения Ньютона, закон Кулона, электродинамика Ампера).

Важность победы сторонников дальнодействия на том этапе очевидна. Максвелл писал:

«Хотя хрустальные сферы, к которым прикреплены были планеты, и были уже удалены, но планеты еще плавали в вихрях Декарта. Магниты были окружены истечениями, а наэлектризованные тела — атмосферами, но свойства этих истечений и атмосфер ничуть не были похожи на свойства обыкновенных истечений и атмосфер».

От всех теорий, тормозивших развитие науки, нужно было избавляться. И сторонники дальнодействия отлично справились с задачей.

Но точно так же в середине XIX века «дальнодействие» вновь должно было уступить место «близкодействию» — на сей раз в прогрессивной концепции силовых линий и электромагнитного поля. А пока теория электричества находилась в состоянии идейного разброда.

* * *

Первым физиком, категорически отрицавшим действие на расстоянии, был Генри Кавендиш. Он занимался наукой исключительно из любви к ней и не публиковал своих результатов, считая это делом ненужным. Задолго до Кулона, и гораздо убедительнее, он обосновал «закон Кулона», задолго до Фарадея признал роль промежуточной среды и нашел величину, характеризующую эту роль, — диэлектрическую постоянную. После его смерти остался миллион фунтов стерлингов и несколько пачек неопубликованных рукописей. Разобрав эти рукописи, Максвелл поразился: многие мысли Кавендиша, высказанные сто лет назад, не потеряли своей ценности. Большинство же открытий Кавендиша после него было повторено другими учеными — еще одно доказательство неизбежности открытий, когда приходит их час.

Кавендиш был сказочно богат и столь же оригинален. Он жил в своем родовом замке отшельником. Прислуге было приказано никогда не появляться ему на глаза, распоряжения передавались при помощи записок. Женщин он панически боялся. Он был одержим пунктуальностью. Каждый его новый костюм был точной копией предыдущего с учетом происшедших изменений фигуры. За сорок лет он ни разу не положил в клубе, где он обедал раз в неделю, своей шляпы на другое место. Он почти всегда молчал и открывал рот лишь для того, чтобы сообщить нечто из ряда вон выходящее. Может быть, его нежелание публиковаться объяснялось тем, что он считал свои исследования недостаточно важными и интересными для других? А может быть, он считал всяческую суету с публикацией статей недостойной истинного джентльмена?

* * *

В каком-то смысле можно по-человечески понять «формалистов школы Ампера — Вебера», которые в штыки приняли возродившуюся в ином обличье фарадеевского «поля» гипотезу «близкодействия».

Нам, разумеется, нетрудно было бы их примирить — знание закона отрицания отрицания могло бы обуздать разыгравшиеся страсти. Развитие науки идет по спирали; человечество через определенный срок вновь подходит к, казалось бы, заброшенной в анналах истории теории, но уже овладевшим новыми знаниями, на более высоком уровне понимания процессов. Однако для

«великих французов» законы диалектики писаны не были, и они свысока, с язвительной иронией относились к фарадеевскому «нолю» и «силовым линиям».

Именно в это время двадцатипятилетний Максвелл начинает свою борьбу за фарадеевскую теорию. Все глубже изучает он «Экспериментальные исследования по электричеству», уникальное в истории науки сочинение, своеобразный дневник раздумий гениального ученого.

«Фарадей, — писал Максвелл, — показывает нам свои как неудачные, так и удачные эксперименты, как свои не созревшие идеи, так и идеи разработанные, и читатель, сколько бы ни был ниже его по своей способности индуктивного мышления, чувствует скорее симпатию, чем восхищение, и приходит к искушению поверить в то, что при случае и он сделал бы эти открытия…

Фарадей по профессии не был математиком. В его описаниях мы не находим тех дифференциальных и интегральных уравнений, которые многим кажутся непременным атрибутом «настоящей» науки. Откройте труды Пуассона или Ампера, вышедшие до Фарадея, или Вебера и Неймана, которые работали после него, и вы увидите, что каждая страница пестрит формулами, ни одну из которых Фарадей просто не понял бы».

Но внешняя непритязательность фарадеевского труда была обманчивой. Известный немецкий физик Гельмгольц, например, вспоминал, как он «часами высиживал, застряв на описании силовых линий, их числа и напряжения».

Вчитываясь в страницы «Экспериментальных исследований», Максвелл увидел, что упреки «в нематематичности воззрений» Фарадея были несправедливыми.

«Когда я стал углубляться в изучение работ Фарадея, — писал Максвелл, — я заметил, что метод его понимания тоже математичен, хотя и не представлен в условной форме математических символов. Я также нашел, что метод может быть выражен в обычной математической форме и таким образом может быть сопоставлен с методами признанных математиков».

Но не форма волновала Максвелла. Он искал и непрерывно находил в трудах Фарадея прежде всего новые прогрессивные физические воззрения.

К фарадеевской концепции «поля» Максвелл присоединяется безоговорочно. Нравятся ему и силовые линии Фарадея. Максвелл видит, что Фарадей постепенно отходит от силовых линий как геометрических символов ко вполне реальным силовым линиям, обладающим, например, упругостью, стремящимся пойти по кратчайшему пути, отталкивающимся

друг от друга.

«…Не следует смотреть на эти линии как на чисто математические абстракции. Это — направления, в которых среда испытывает натяжение, подобное натяжению веревки или, лучше сказать, подобное натяжению собственных наших мускулов», — писал Максвелл.

Максвеллу нравится, что Фарадей признает рациональное зерно, имеющееся в работах чуждых ему по духу и манере исследователей, например Ампера. Так, он принимает целиком идею кругового магнитного поля, окружающего провод с электрическим током.

Максвеллу эта идея кажется правильной. Более того, тезис «каждый электрический ток окружен магнитным полем» легко ложится в рамки сравнительно несложных математических символов и операций. «Легкость» и «несложность», конечно, весьма относительные. Максвелл отдал своей теории электромагнитного поля полжизни.

Математические формулы, о которых идет речь, изучаются современными студентами в курсах высшей математики и теоретической электротехники лишь в последние годы занятий в вузах. Однако гений Максвелла был «легким» — все, знавшие его, не уставали повторять, что он делал свои открытия как бы играя. Такому впечатлению способствовала и манера Максвелла заходить в лабораторию вроде бы между прочим, по пути, проходя мимо, иной раз с собакой.

* * *

> Режим Максвелла непостижим: он спал с пяти до половины десятого вечера. Затем — занятия до двух ночи. С двух до половины третьего — гимнастика: беготня по лестницам и коридорам преподавательского общежития (можно представить себе силу возмущения общественности — впрочем, тогда стены делали толще). Затем — сон до семи утра. С семи утра — новый рабочий день.

* * *

Эта манера, повторенная в сотнях экземпляров другими английскими физиками, подражавшими Максвеллу, если читатель помнит, юмористически описана в сборнике «Физики шутят», выпущенном издательством «Мир».

Итак, и Ампер, и Фарадей считали, что каждый электрический ток окружен магнитным полем. Максвелл решает записать этот тезис в форме уравнения

$$\text{rot}\,\vec{H} = \frac{4\pi}{c}\vec{j}.$$

Здесь $\vec{H}$ — вектор напряженности магнитного поля;
$\vec{j}$ — вектор плотности электрического тока, в который Максвелл включает и никем пока не наблюдавшийся «ток смещения»;
c — некоторая постоянная.

Смысл этого выражения может быть понят относительно легко даже неспециалистом.

Обозначение *rot* — сокращение от слова *rotor* — вихрь.

(Максвелл использовал слово *curl* — завиток); операция *rot*, грубо говоря, показывает в данном случае, что вектор напряженности магнитного поля вращается вокруг вектора тока плотностью *j*.

Другой, сразу завоевавшей признание Максвелла идеей стало представление Фарадея о природе электромагнитной индукции — то есть возникновение электричества в контуре, число магнитных силовых линий в котором изменяется то ли вследствие относительного движения контура и магнита, то ли вследствие изменения магнитного поля.

* * *

Максвелл, рассказывают, обладал способностью читать лекцию для трех человек с тем же воодушевлением и подъемом, что и перед огромной аудиторией.

Максвелл писал (и изредка публиковал под псевдонимом *dp/dt*) стихи. Большое место в его поэтическом творчестве занимают сатирические стихотворения: «Доказательство нецелесообразности чтения лекций в ноябре», «Проблемы динамики» (юмористическое решение дифференциального уравнения), «Лекция по физике для молодых женщин» (место действия — уютная комнатка, тема лекции — зеркальный гальванометр Томсона, аудитория — один человек), «Кошачья колыбельная», «Парадоксальная ода», посвященная автору книги «Парадоксальная философия».

* * *

Эта зависимость также вполне укладывалась во внешне формальные математические операции. После многолетних трудов Максвелл записал строку:

$$\text{rot}\,\vec{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}.$$

Здесь $\vec{E}$ — вектор электрического поля;

$\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ — изменение магнитного поля во времени;

c — некоторая постоянная величина, о которой нам предстоит еще говорить.

Формула настолько физически прозрачна, что ей тоже можно, при известном упрощении, придать ясный смысл.

Операция означает, грубо говоря, вращение вектора $E^{->}$, охват им некоторого источника, которым в данном случае является изменение магнитного поля $B^{->}$.

В контуре, охватывающем источник изменяющегося магнитного поля, наведется электродвижущая сила, а в пространстве возникнет новое электрическое поле. Что означает минус перед правой частью уравнения? Он тоже вполне физически обоснован — на основании закона, открытого русским физиком Э. Х. Ленцем, направление тока, возникающего в замкнутом контуре в результате электромагнитной индукции, таково, что ток препятствует изменению магнитного потока (инерция магнитного поля).

Но необходимо учесть еще одно важное свойство торов электрической и магнитной индукций $E^{->}$ и $B^{->}$, представляющих собой математическое обозначение электрических и магнитных силовых линий: в то время как электрические силовые линии начинаются и кончаются на зарядах, являющихся источниками поля, магнитные силовые линии располагаются кольцеобразно: а у кольца, как известно, «нет ни начала, ни конца», следовательно, силовые линии магнитного поля не могут где-то начинаться, где-то кончаться — они замкнуты сами на себя.

В математике для обозначения ситуации с источниками поля можно применить операцию «дивергенция» (Максвелл использовал слово «конвергенция»).

Дивергенция — мера источника. Например, свеча — источник света — обладает положительной дивергенцией, ночной мрак за окном, где свет рассеивается, поглощается, обладает дивергенцией отрицательной. Что касается оконного стекла, где число «лучей», пришедших из комнаты, равно числу лучей, ушедших в темноту, то там дивергенция равна нулю. В стекле свет не создается, не поглощается (если оно, разумеется, достаточно прозрачное).

Поэтому Максвелл добавляет к двум имеющимся уравнениям еще два:

$\operatorname{div} \vec{D} = 4\pi\rho$, где ρ — плотность электрических зарядов;

$\operatorname{div} \vec{B} = 0$.

Физический смысл уравнений прозрачен.

Силовые линии электрического поля кончаются на зарядах, плотность которых *p*.

Силовые линии магнитного поля не кончаются нигде — они замкнуты сами на себя.

Вот какая система уравнений появилась в результате работ Максвелла:

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \frac{4\pi}{c} \vec{j};$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t};$$

$$\operatorname{div} \vec{D} = 4\pi\rho;$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0.$$

Входящие в эти уравнения векторы электрической и магнитной индукции ($D^{->}$ и $B^{->}$) и векторы напряжснностей электрического и магнитного полей ($E^{->}$ и $H^{->}$) связаны стыми соотношениями: $D^{->} = \varepsilon E^{->}$ и $B^{->} = \mu H^{->}$,

где μ — магнитная проницаемость среды,
ε — диэлектрическая постоянная среды.

Четыре строчки этих простых уравнений и составляют «уравнения Максвелла», а система взглядов, которая легла в основу уравнений, получила название «максвелловой теории электромагнитного поля».

Уравнения были просты, но чем больше Максвелл и его последователи над ними работали, тем больший внутренний смысл находили в четырех строчках. Генрих 160 Герц, знаменитый немецкий физик, роль которого в истории— доказать полную справедливость представлений Максвелла, писал о неисчерпаемости теории Максвелла:

«Нельзя изучать эту удивительную теорию, не испытывая по временам такого чувства, будто математические формулы живут собственной жизнью, обладают собственным разумом — кажется, что эти формулы умнее нас, умнее даже самого автора, как будто они дают нам больше, чем в свое время было в них заложено».

Теория Максвелла — триумф идей Фарадея. Максвелл, по выражению Роберта Милликена, «облек плебейски обнаженные

представления Фарадея в аристократические одежды математики». А советский физик Т. П. Кравец по этому поводу заметил:

«Если мы теперь освоились с системой воззрений Фарадея, если его электромагнитное поле стало одним из наших основных знаний, если его система превратилась в стройную теорию и получила адекватное математическое выражение, то это заслуга Максвелла и только Максвелла».

Замечание Генриха Герца о «самостоятельной жизни» уравнений Максвелла, о том, что они «умнее самого автора», стало подтверждаться сразу же после того, как Максвелл начал изучать свою систему, опробовать ее при решении различных задач.

Прежде всего нужно было выяснить, что за постоянная «втерлась» в уравнения. Происхождение других постоянных, входящих в систему уравнений, — «четверка», «минус единица», число «пи», было ясно, но…? Что это такое? Применив уравнения к одному конкретному случаю, Максвелл нашел, что неизвестное число с оказалось примерно равно отношению электромагнитной и электростатической единиц заряда — примерно 300 000 километров в секунду!

Совпадение было слишком разительным, чтобы не принять его во внимание. Таинственное с было равно скорости света? Но при чем тут скорость света? Максвелл настолько глубоко верил в свои уравнения, что наличие физически не очевидного коэффициента его беспокоило.

Он непрерывно думал о странном явлении. И уравнения «думали». Рассмотрим первые два из них.

Согласно первому любой ток вызовет возникновение магнитного поля в окружающих областях пространства.

Постоянный ток, например, вызовет возникновение вокруг него постоянного магнитного поля. Такое поле, однако, не сможет вызвать электрического поля в «следующих» областях, поскольку электрическое поле согласно второму уравнению возникает лишь при изменяющемся магнитном поле.

Но картина иная, если первоначальный ток — переменный. Вокруг переменного тока создается переменное магнитное поле, способное уже создать в «следующем» элементе пространства электрическое поле; то, в свою очередь, за счет «тока смещения» создает новое магнитное поле, а оно точно так же создаст еще дальше поле электрическое. И так будет продолжаться до бесконечности.

Другими словами, электромагнитное поле, как с поразительной ясностью понял Максвелл, распространяется в

виде волны, причем волны незатухающей — энергия магнитного поля в пустоте полностью переходит в энергию поля электрического, и наоборот.

Но ведь в виде точно таких «поперечных» волн распространяется и свет! И Максвелл делает сразу два далеко идущих вывода.

Электромагнитное поле распространяется в пространстве в виде поперечных волн. Убежденный в универсальности своих уравнений, Максвелл показывает, что «свет есть электромагнитное возмущение». Родство двух явлений предчувствовал еще Ломоносов, предлагавший осуществить соответствующий опыт, а Фарадей прямо доказал единую природу явлений, осуществив эксперименты по «электромагнитному вращению света». Точно так же, как существуют излучения световые, должны существовать и «излучения электромагнитные».

Электромагнитные волны распространяются в пространстве со скоростью света, то есть со скоростью 300 000 километров в секунду. Скорость распространения воли зависит от свойств среды.

Признание конечной, хотя и очень большой, скорости распространения электричества и магнетизма камня на камне не оставляло от теорий сторонников «мгновенного дальнодействия».

* * *

> Велика все-таки роль случайности в научных открытиях! Впоследствии оказалось, что величина с, полученная Максвеллом, и скорость света, полученная Физо, были измерены не совсем точно. Их совпадение, столь поразившее Максвелла, было в известной мере случайным!

* * *

В предсказании электромагнитных волн Максвелл значительно обогнал свое время. Но он не мог знать, что Фарадей еще в 1832 году оставил в Королевском обществе для хранения в архивах запечатанный конверт с надписью «Новые воззрения, подлежащие в настоящее время хранению в архивах Королевского общества».

В 1938 году, через 106 лет, конверт этот был вскрыт в присутствии многих английских ученых. Слова, которые записаны были на пожелтевшем листке, запечатанном в конверте, потрясли всех: выяснилось, что уже Фарадей ясно представлял себе, что индуктивные явления распространяются в пространстве с некоторой скоростью, причем в виде волн.

«Я пришел к заключению, что на распространение магнитного воздействия требуется время, которое, очевидно, окажется весьма незначительным. Я полагаю также, что электрическая индукция распространяется точно таким же образом. Я полагаю, что распространение магнитных сил от магнитного полюса похоже на колебания взволнованной водной поверхности… По аналогии я считаю возможным применить теорию колебаний к распространению электрической индукции», — писал он на основании далеко идущих аналогий между электромагнитной индукцией, светом и звуком. Фарадей, как следует из этого документа, хотел закрепить открытие за собой определенной датой и таким образом иметь право, в случае экспериментального подтверждения, объявить эту дату датой его открытия. «В настоящее время, — продолжал он, — насколько мне известно, никто из ученых, кроме меня, не имеет подобных взглядов».

И Фарадей, и Максвелл не дожили до полного торжества их воззрений. Оба они умерли до того, как русские ученые Н. Н. Шиллер, П. А. Зилов, С. Я. Терешин, П. Н. Лебедев и немецкие физики Г. Герц и Л. Больцман показали полную справедливость теории электромагнитного поля Максвелла и Фарадея.

После выхода «Трактата об электричестве и магнетизме», в котором сформулирована максвелловская теория электромагнитного поля, Максвелл решает в целях популяризации и распространения своих идей написать книгу «Электричество в элементарном изложении». Максвелл работал над книгой, а самочувствие его лось все хуже и хуже. Эдинбургский доктор профессор Сэндерс, осмотрев ученого, объявил ему, что он болен раком и что жить ему осталось не более месяца…

Зачем, когда так ярко солнце,
Зачем, когда надежды с нами,
Зачем, когда прекрасна жизнь,
Такая боль приходит?

Джеймс Клерк Максвелл

Максвелл спокойно перенес удар. Он вообще никогда ни на что не жаловался и поспешил в Кембридж, где его ждали рукопись «Электричества» и тяжело больная жена.

В Кембридже царило уныние — «Максвелл уходит».

Эти печальные слова то и дело звучали в гулких коридорах и на пустынных кембриджских ноябрьских улицах.

5 ноября 1879 года его не стало. Доктор Пагет, принявший

его последний вздох, писал:

«Во время болезни, лицом к лицу со смертью, он оставался таким же, как прежде. Спокойствие духа никогда не покидало его. Через несколько дней после возвращения в Кембридж его страдания приняли очень острый характер… Но он никогда не жаловался… Даже близость смерти не лишила его самообладания… За несколько дней до смерти он спросил меня, как долго ему осталось жить… Казалось, он беспокоился только о своей жене, здоровье которой за последние несколько лет пошатнулось.

Не было человека, который бы встретил смерть с большим спокойствием и в более ясном сознании».

Сорокавосьмилетний гений угас, так и не став свидетелем торжества своей теории.

А она завоевывала себе позиции с большим трудом.

Число слушателей, записывающихся на лекции по теории электромагнитного поля (в английских университетах студент сам выбирает предметы, которые он хотел бы изучать), было смехотворно мало.

Нужен был толчок, какое-то яркое событие, которое привлекло бы внимание физиков и показало бы во всей полноте мощь новой теории.

Открытие вопреки себе

Когда Максвелл создавал свою теорию электромагнитного поля, будущий великий ученый Генрих Рудольф Герц в коротких штанишках посещал первые классы гимназии. Его учитель вспоминал, что Герц учился блестяще и был непревзойденным, когда дело касалось сообразительности и ясности восприятия. В противоположность Максвеллу, он обожал все предметы без исключения — в равной степени физику и арабский язык. Он любил писать стихи и вытачивать фигурки на токарном станке.

Его отец был сенатором, а мать, как сейчас сказали бы, домохозяйкой. Будущий великий физик родился очень слабым — врачи единодушно утверждали, что он — не жилец на белом свете. И действительно, болезни преследовали Герца всю жизнь — у него болели поочередно и все вместе: глаза, зубы, уши…

С 18 лет Генрих Герц учится в технических школах.

Все шло хорошо до тех пор, пока Генриху приходилось изучать разнообразные дисциплины общего характера, например физику и математику. Но когда дело дошло до специализации, то есть до избрания конкретных технических курсов, которые на всю жизнь должны были определить направление деятельности Герца, он внезапно меняет свое решение: «Раньше я часто говорил себе, что быть посредственным инженером для меня предпочтительней, чем посредственным ученым. Но теперь я думаю, что прав Шиллер, сказавший: «Боишься жизнью рисковать — тебе успехов в ней не знать», и что излишняя осторожность была бы с моей стороны безумием».

Какой прекрасный пример для тех, кто сегодня обдумывает свою судьбу!

Герц бросает Мюнхенскую высшую техническую школу и поступает в Берлинский университет, где попадает в очень хорошие руки — его руководителем становится Герман Гельмгольц, едва ли не самый видный немецкий физик того времени. В числе его преподавателей были и другие виднейшие физики, например Кирхгоф.

* * *

> Герц проявлял в детстве очень большие способности. За что бы он ни брался, все у него получалось. Говорят, что когда Герц стал знаменитостью, его наставник по токарному делу с сожалением заметил: «Жаль. Из него мог бы получиться отличный токарь».

* * *

Но прежде стоит поговорить о Гельмгольце, поскольку вся короткая научная жизнь Герца прошла под его покровительством, а научные взгляды сформировались в громадной степени под влиянием взглядов Гельмгольца.

С портрета глядит на нас волевое, властное лицо, кончики густых седых усов опущены. Безукоризненный костюм. Пронзительный, несколько тяжеловатый взгляд.

Герц обращался к нему не иначе, как «Ваше превосходительство».

К моменту первого знакомства с Герцем ему было 56 лет. Он был признанным главой немецкой физики.

Еще за 30 лет до этой встречи молодой врач Гельмгольц, ничего не зная о забытых работах Ломоносова, о работах его современников Майера и Джоуля, обосновал закон сохранения и превращения энергии. Он занимался в свое время и физиологией чувств — зрения и слуха.

Но последнее время Гельмгольца занимает электричество, особенно теория англичанина Максвелла. Он первым среди европейских («континентальных») ученых обратил на нее внимание и сразу оценил ее сильные стороны, ее многогранность и универсальность.

И тут проявилось во всей полноте трагическое противоречие научного мировоззрения Гельмгольца: с одной стороны, роль промежуточной среды, подчеркивавшаяся Максвеллом, была для него очевидна, с другой — признать саму промежуточную среду, «ничто», в качестве физической реальности Гельмгольц не мог. Не мог прежде всего потому, что он был последователем знаменитого немецкого философа-идеалиста, агностика И. Канта, отрицавшего возможность познания мира. Отсюда приверженность Гельмгольца к идеям дальнодействия, где в основу без объяснения берутся таинственные непознаваемые свойства материи. Его не смущал, например, факт, что в соответствии с теорией одного из столпов дальнодействия — Вебера, нельзя зарядить электричеством тело, имеющее конечный объем. Это противоречит и здравому смыслу и опыту. Примеров таких неувязок в теориях дальнодействия можно было найти десяток.

Опирающиеся только на факты глубоко реалистические в своей основе взгляды Фарадея, обработанные математически Максвеллом, были ему чужды. И в то же время научная добросовестность Гельмгольца не позволяла ему идти против истины; «В настоящее время Фарадеево воззрение является единственным, согласным со всеми экспериментальными

данными и не противоречащим ни в каком из своих выводов основным законам динамики».

Для того чтобы примирить свои философские взгляды с бесспорными научными фактами, Гельмгольц должен был пойти на компромисс: он разработал свою собственную электродинамическую теорию, в которой пытался сочетать несочетаемое — взгляды Максвелла на роль промежуточной среды и теории немецких приверженцев дальнодействия — В. Вебера и Ф. Неймана.

Двадцатилетний Герц, с несформировавшимися еще взглядами, естественно, попал под влияние великого Гельмгольца и в течение всей своей жизни тщетно пытался разделять его научные взгляды.

Тщетно — потому что чем больше экспериментов ставил Герц для проверки теории Гельмгольца, тем радикальней он опровергал ее. Теория Гельмгольца подтверждалась лишь в тех своих частностях, где были использованы идеи Максвелла.

Раз Герцу «повезло»: результат одного из экспериментов можно было истолковать скорее в пользу Гельм-Гельмгольца, чем в пользу Максвелла (скорость электромагнитной волны з проводе оказалась не 300 тысяч километров в секунду, а 220). Но не тут-то было. На заседании Французской академии знаменитый математик Анри Пуанкаре (брат печально известного премьер-министра Франции Раймона Пуанкаре, «Пуанкаре-война», так много сил потратившего на разжигание первой мировой войны и организацию интервенции против Советской России) резко опроверг выводы Герца, язвительно указав на то, что Герц при расчете скорости волны в проводе неверно рассчитал его емкость. Кроме того, как выяснилось впоследствии, результаты были искажены в опыте Герца стоявшей в комнате железной печкой. Таким образом, в единственном заставляющем усомниться в правильности теории эксперименте Герц допустил ошибку и впоследствии сам признал это.

Советские историки А. Т. Григорьян и А. Н. Вяльдев указывают, что при изучении деятельности Герца «невольно рождается представление о каком-то особом, фатальном отношении Герца к теории Максвелла.

* * *

Гельмгольц — автор используемой до сих пор магнитной системы с однородным полем — «колец Гельмгольца». Он изобрел также глазное зеркало, до сих пор применяемое в медицине. Он разделил звук на основной тон и обертон.

* * *

Герцу как бы было предопределено способствовать торжеству этой теории, а он упорно избегал, настойчиво сторонился этой миссии, не желая принимать теорию».

Попав в Берлинский университет, Герц решил сразу же начать заниматься научной работой в физической лаборатории. Однако попасть в лабораторию было не так-то просто. Туда допускались лишь те студенты, которые участвовали в работах «на премию» — руководство факультета назначало студентам премии за скорейшее выполнение предложенных профессорами научных работ.

В качестве такой работы Герц выбрал решение следующей сложной проблемы: обладает ли электрический ток кинетической энергией?

Сейчас нам ясно, что поскольку электрический ток — это движение электронов, а электроны обладают массой, то электрический ток в принципе обладает кинетической энергией. Однако тогда электроны — материальные носители электрического тока известны не были и вопрос о кинетической энергии электрического тока был открытым. Как только Герц начал работу над первой своей самостоятельной темой, сразу же проявились заложенные в нем ценнейшие черты исследователя-экспериментатора, упорство, редкое трудолюбие и столь часто помогавшая ему впоследствии способность делать сложные лабораторные установки своими руками. «Аппарат, который я сделал, работает очень хорошо; лучше мне не надо, даже сделанный на самой главной фабрике из золота и слоновой кости не служил бы мне лучше».

Конкурсная тема объявлена была в августе и рассчитана на 9 месяцев работы. Герц приступил к работе в октябре и окончил ее за три месяца.

Результат, как и ожидалось тогда, был отрицательным — с помощью очень точных методов, разработанных Герцем, не удалось заметить ни малейших признаков кинетической энергии у электрического тока. Это совпадало с точкой зрения Гельмгольца (сейчас можно подсчитать, что для обнаружения имеющегося в действительности эффекта Герцу нужно было бы повысить точность измерений во много тысяч раз). Гельмгольц столько же был удовлетворен результатом, сколько восхищен способностями молодого Герца: «Я увидел, что имел дело с учеником совершенно необычайного дарования». Впоследствии подчеркивая многосторонние дарования Герца, он называл его «баловнем богов».

Работа была удостоена премии, которую вручили Герцу в

необыкновенно теплой обстановке с самыми лестными отзывами.

После летних каникул 1879 года встал вопрос, чем заниматься дальше. И Гельмгольц предлагает Герцу новую тему, связанную с электродинамическими свойствами поляризации диэлектриков, — тему, которая неминуемо должна была бы доказать или опровергнуть теорию Максвелла. Тема тоже была конкурсной, но значительно более сложной. Она была рассчитана на два-три года.

Герц как будто предчувствовал ту колоссальную роль, которую разработка темы должна сыграть в его жизни, и всеми способами уклонялся от нее. Впрочем, тут была еще одна причина — студенту Герцу хотелось поскорее стать доктором (вообще складывается впечатление, что во всех случаях, когда перед Герцем вставала дилемма: «карьера или наука», он твердо избирал первое).

Ему удается уклониться от конкурсной темы Гельмгольца и получить другую — теперь для подготовки докторской диссертации. Эту тему Герц надеялся закончить за два-три месяца. Осталось получить разрешение министра защищать диссертацию, не окончив университета, и… написать ее.

И то и другое не заставило себя ждать. Быстро пришел положительный ответ от министра, и быстро продвигалась работа — чисто теоретическое исследование о вращении тел в магнитном поле. Работает Герц с большим подъемом, с наслаждением: «Работа приносит много радости», «я, почти не отрываясь, продолжаю работать над начатой темой, притом с таким успехом и таким радостным чувством, лучше которых не мог бы и пожелать себе».

То, что получилось, — небольшой математический шедевр; защита его прошла с блеском, которого автор заслуживал. Редчайший случай — Герцу присудили докторскую степень «с отличием».

Следующая встреча Герца с теорией Максвелла чуть было не состоялась в провинциальном городишке Киле, куда он перешел из прекрасно оборудованной берлинской лаборатории, чтобы из ассистента поскорее перейти в доценты. В Киле лаборатории не было совсем, и если была нужда в эксперименте, все делалось за счет исследователя.

Поэтому там гораздо удобней было заниматься теорией. Возможно, поэтому наиболее значительной работой, выполненной в Киле, была именно теоретическая работа.

Основанием ее явилась попытка Герца дополнить в одном неясном пункте электродинамику ярого приверженца дальнодействия — Неймана. Уравнения Неймана, как говорят

математики, были «несимметричны» — в них электрические и магнитные величины были поставлены в неравное положение. Помимо отсутствия красотыматематической, такая система уравнений обладала тем недостатком, что при пользовании ею не во всех случаях соблюдался закон сохранения энергии.

Это, естественно, нравиться Герцу не могло. Он корректирует систему уравнений Неймана с помощью поправки, учитывающей закон сохранения энергии, и получает свою собственную систему уравнений, частным случаем которой являлись те же уравнения Максвелла, только в несколько иных обозначениях. Герц был разочарован: если теория Максвелла является универсальной, то выходит, все теории великих немецких физиков, в течение десятилетий считавшихся в Европе непревзойденными электродинамиками, необходимо сдать на историческую свалку. Вообще национальное чувство Герца порой сильно мешало ему, по свидетельству Макса Планка, объективно оценить научный вклад иностранных ученых. «Данный вывод, — пишет Герц, — таким образом, нельзя считать точным доказательством Максвелловой системы как единственно возможной».

К «национальному чувству» Герца впоследствии примешается еще одно — через несколько лет окажется, что волны, открытые Герцем, «волны Герца» — это «всего лишь» волны, уже давно предсказанные Максвеллом.

Одним словом, подозревать Герца в горячих симпатиях к Максвеллу и его теории нет никаких оснований.

И тем не менее судьбы науки распорядились так, что имена Максвелла и Герца всегда будут стоять рядом.

Именно благодаря открытию Герцем электромагнитных волн, предсказанных Максвеллом, теория Максвелла утвердилась и в течение уже около 100 лет остается основной физической теорией, поколебать которую не смогла даже теория относительности.

Летом 1886 года двадцатидевятилетний Герц женился. Это событие повлияло на него чрезвычайно плодотворно— глубокая тоска и безысходность, нежелание работать, примерно полгода владевшие Герцем, исчезают без остатка, наоборот, в его творчестве возникает невиданный подъем. Именно на восходящую ветвь творческой волны приходится день 4 октября 1886 года, когда он заносит в дневник первое описание из серии опытов с измерением индукции при разряде старинного исследовательского аппарата — лейденской банки. Долгие поиски темы, которая могла бы его захватить, кажется, окончены.

Записи в дневнике:

25 октября: «Получил искровой микрометр и начал работать

с ним».

26 октября: «Сделал опыты с искрами в коротких металлических цепях».

?? ноября, жена Герца — в письме к родителям: «Он установил приборы, произвел измерения и в течение четверти часа закончил прекраснейшие опыты. Прекрасные вещи сыплются у него, как из рога изобилия».

12 ноября: «Установил интересное действие индукции».

13 ноября: «Посчастливилось установить индукционное действие друг на друга двух незамкнутых цепей с током. Длина цепей 3 м, расстояние между ними 1,5 м».

5 декабря — в письме Гельмгольцу: «Мне удалось совершенно определенно установить индукционное действие одной незамкнутой прямолинейной цепи на другую незамкнутую прямолинейную цепь».

Сам Герц объясняет такой большой успех счастьем, везением — это верно лишь отчасти. Впоследствии выяснилось, что эксперименты, о которых идет сейчас речь и которые привели к открытию электромагнитных волн, сходные с экспериментами Герца, проводились чуть ли не за 10 лет до него. Однако ни один исследователь не обладал уникальным экспериментаторским талантом Герца, его глубокими знаниями в области математики и электродинамики. Он один оказался достаточно настойчивым, чтобы в конце концов доказать, что наблюдаемые им явления (к его сожалению) — следствие существования предсказанных Максвеллом электромагнитных волн.

Установка, созданная Герцем, настолько проста, что порой закрадывается сомнение: а можно ли с помощью этих кусков проволоки и шариков открыть волны, давшие потом жизнь таким сложным вещам, как радио и телевидение?

Установка работала так: сначала между двумя шариками создавалась искра. Искра была, по сути дела, кратковременным электрическим током, да еще прерывающимся сотни миллионов раз в секунду.

Недалеко от искры Герц разместил почти замкнутый контур из проволоки. Единственным промежутком в этой цепи был искровой промежуток между небольшими шариками.

Герцу удалось заметить, что даже при полутораметровом расстоянии между искрой и контуром во втором искровом промежутке проскакивали маленькие искорки. Это происходило всякий раз, когда искра возникала в первой цепи. (Как легко пишется! Как трудно делалось!

Эти «искорки» были так слабы — нужно было напрягать глаза, наблюдая их в темной комнате, а продолжительность

каждой — всего миллионные доли секунды. А сколько нужно было пробовать, настраивать! Да и неизвестно было: получится ли что-нибудь? Мы увидим впоследствии, какой дорогой ценой заплатил Герц за свою самоотверженную работу.) Получалось, что искра во второй цепи возникала без всякого электрического контакта с первой цепью.

Факт оставался фактом — с помощью какого-то механизма электрический импульс был без проводов передан из одной цепи в другую, да еще на расстояние полтора метра. Осталось разобраться, что же это был за механизм.

Герц, так же как и Гельмгольц, считал, что причина явления — «электрическая индукция»; по Максвеллу же, такое воздействие могло передаться лишь с помощью электромагнитной волны, схожей по своей природе со светом. Историческая заслуга Герца — в доказательстве, вопреки своему желанию, второй точки зрения.

В планах Герца было доказать нечто иное. Через несколько лет он напишет в письме Гельмгольцу: *«Мои работы возникли не столько непосредственно из изучения максвелловых трудов, как я сыщу со всех сторон, сколько в гораздо большей мере из изучения работ Вашего превосходительства».*

Однако эксперимент упрямо наводил Герца на мысль о правильности точки зрения Максвелла. Собственно, вся теория подтверждалась или рушилась в зависимости от того, как будут вести себя вновь открытые волны Герца. Если они будут вести себя как свет, то Максвелл прав, если нет… И Герц осуществляет строгую проверку. Почти сразу же ему удалось обнаружить «тень». Металлический лист не пропускал новых воли, зато двери комнаты были для них прозрачны, как для света — стекло.

С некоторым ужасом наблюдал Герц, как его прибор реагирует на колебания, рождавшиеся за дверью. «Не без удивления, — писал Герц, — я наблюдал искры в закрытой комнате». Новые лучи распространяются прямолинейно: «Тщетно искал явление огибания».

Если бы прав был Гельмгольц, ничего подобного не должно было быть. Волны Герца были вполне подобны световым.

А чему равна скорость новых волн? По Максвеллу, она должна быть равна скорости света. Герц провел большое число остроумных измерений, и в большинстве случаев получил для новых волн значение, очень близкое к скорости света.

Новый вопрос: будут ли новые волны преломляться как световые, например, в призме? Герц изготовляет гигантскую призму, весом чуть не в две тонны (!) из… асфальта. И новые лучи послушно отклонились в призме от своего прямолинейного

направления. Отклонились почти точно на столько, на сколько должно было бы это произойти по теории Максвелла.

Герц собрал данные и об отражении новых волн; выяснилось, что они прекрасно отражались, например, цинковыми экранами. Герцу удалось даже сделать параболические зеркала для новых волн.

Точно таким же образом для новых лучей оказались справедливыми и существующими все явления, присущие свету, например, даже такое тонкое, как поляризация.

После этого не осталось практически никаких сомнений в тем, что открытые «волны Герца» — предсказанные Максвеллом электромагнитные волны, причем совпадение было не только качественным, но и количественным — по теории Максвелла можно было заранее рассчитывать практически все характеристики новых волы.

Трудно сейчас представить себе бурю, вызванную открытиями Герца. Для физиков они прежде всего означали полный триумф «уравнений Максвелла» и крах всех других электродинамических теорий. Все неисчислимое бумажное многопудье курсов электродинамики Неймана, Вебера, Гельмгольца и множества других авторов нашло себе вечную гавань в пыльных архивах науки, уступив место нескольким строкам максвглловых уравнений.

Открытия Герца привлекли к себе внимание самых широких слоев общества — ведь суть вновь открытых «волн Герца», «лучей Герца» была довольно легко доступна для понимания. Многие сразу же предложили создать новую систему связи — без столбов, проводов и кабелей. Один из таких энтузиастов написал Герцу. Ответ был пессимистическим:

«Электрические колебания в трансформаторах и телефонах слишком медленные (…). Если бы вы были в состоянии построить вогнутые зеркала размером с материк, то вы могли бы поставить намечаемые опыты, но практически сделать ничего нельзя: с обычными зеркалами вы не обнаружите ни малейшего действия. По крайней мере я так думаю».

Более того, от пассивного неприятия идеи о полезности своих волн он скоро перешел к активному — например, он написал в дрезденскую палату коммерции письмо о том, что исследования радиоволн нужно запретить как бесполезные.

Годы напряжения, хотя и творческого, колоссальные перегрузки, особенно во время открытия электромагнитных волн, не прошли для Герца безнаказанно.

Сначала отказали глаза — явное следствие долгого всматривания в искровой промежуток в темной комнате в

поисках неуловимых, почти нематериальных искр. Его жене пришлось взять на себя дополнительный труд — читать и писать для Генриха.

Затем заболели зубы. Затем уши и нос. Затем — общее заражение крови, от которого на пороге нового 1893 года умер знаменитый Герц, умер в возрасте всего лишь 37 лет. Предчувствуя мрачную развязку, он за несколько недель до смерти писал матери:

«Если со мной действительно что-то случится, вы не должны огорчаться, но должны мною гордиться и думать, что я принадлежу к тем особо избранным людям, которые жили хотя и не долго, но вместе с тем жили достаточно. Эту судьбу я не желал и не выбирал, но я доволен ею, и если бы мне предоставили выбор, я, может быть, сам избрал бы ее».

Так ушел из жизни этот великий человек, удостоенный при жизни великих почестей (едва ли существуют в науке такие награды, премии и медали, которые не были ему вручены).

А после смерти, когда он не мог узнать уже о блестящей судьбе своего изобретения, благодарные потомки воздвигли ему еще один памятник: именем Герца названа единица частоты колебаний — одно колебание в секунду.

Герц завершил труд, начатый Фарадеем. Если Максвелл перевел представления Фарадея в образы высокой математики, то Герц превратил эти образы в осязаемые, видимые, слышимые колебания — в реально существующие электромагнитные волны, описываемые все теми же уравнениями Максвелла.

Впрочем, здесь нужно сделать одно серьезное уточнение. Мы уже записали немного ранее уравнения Максвелла и даже сделали попытку их объяснить. Но это было сделано в известном смысле незаконно. Уравнения, которые мы видели, записаны не Максвеллом, а Герцем.

И Оливером Хевисайдом. Но не Максвеллом.

Дело з том, что «Трактат по электричеству и магнетизму» Максвелла — очень сложная книга. В ней более тысячи страниц, из которых лишь десяток (!) непосредственно относится к его системе уравнений. Однако сами уравнения разбросаны по всей книге и их довольно много — 12!

Изучение Герцем и Хевисайдом уравнений Максвелла показало, что некоторые из максвелловых уравнений могут быть выведены друг из друга, некоторые — вообще лишни и не отражают фундаментальных законов природы.

Кроме того, изложение и обозначения Максвелла оставляют большой простор для пожеланий их улучшения.

Как пишут исследователи, «сумбурность изложения…

приходится признать типичной чертой его литературного творчества». И еще: «Трактат Максвелла загромождён следами его блестящих линий нападения, его укрепленных лагерей, его битв».

Во всех уравнениях Максвелла необходимо было разобраться, выделить из них лишь основные и привести их к единственному, «исходному» виду. Мы уже писали о том, что Герц, сидя в провинциальном Киле, получил как частный случай своей электродинамической теории уравнения Максвелла. Затем через несколько лет он продолжил работу.

Так вот, именно усилиями Герца уравнения Максвелла получили настоящий, «исходный» вид. Правда, они все равно не были похожи на уравнения, которые мы рассматривали. Герц как «истинный немец» (эту черту его мы тоже отмечали) обозначает все величины буквами старонемецкого готического алфавита. Он получает всего четыре уравнения, очень близкие по существу, по содержанию и форме к тем уравнениям, которыми мы пользуемся до сих пор.

Одновременно с Герцем ту же работу по «расчистке» «Трактата» Максвелла проводил английский ученый Оливер Хевисайд.

Трудно указать точно его научную профессию: некий шутник заметил, что «Хевисайд одно время бывал математиком, другое время — физиком, но во все времена — телеграфистом». Действительно, Хевисайд, казалось, все время думал об усовершенствовании телеграфа — именно его работы позволили неограниченно увеличивать дальность телеграфной и телефонной связи и принесли владельцам компаний миллиардные дивиденды. Сам же Хевисайд умер в нищете.

Именно «телеграфные интересы» привели Хевисайда к теории Максвелла. Переработав в своей гениальной голове (он был гений, это было ясно его современникам.

К сожалению, особых выводов отсюда сделано ими не было. Он был гений. Это доказывается хотя бы тем, что он наткнулся на знаменитую формулу $E = mc^2$ за 15 (!) лет до Эйнштейна) весь Максвеллов «Трактат», он тоже, как и Герц, пришел к более ограниченной системе четырех уравнений. Единственную добавку, которую он сделал к системе, составляли два простых, поясняющих уравнения, связующих две электрические и две магнитные величины порознь.

Таким образом, Герц и Хевисайд превратили неорганизованные формулы Максвелла в стройную систему, изучаемую, используемую и непоколебимую до сих пор.

Надо сказать, что и Герц и Хевисайд несколько преувеличивали свой вклад по отношению к уравнениям

Максвелла, утверждая, что вся система уравнений (Герц) или отдельные уравнения (Хевисайд) принадлежат уже им, а не Максвеллу. Это, конечно, неправильно.

* * *

Редакторы часто «заворачивали» статьи Хевисайда, ссылаясь на то, что они «трудно читаются». — Трудно читаются? Но пишутся еще труднее, господа! — возражал Хевисайд.

* * *

«Я мог бы сказать, — говорил знаменитый немецкий физик Больцман, — что последователи Максвелла ничего не изменили в этих уравнениях, кроме букв. Но это было бы слишком. Однако удивляться надо не тому, что к этим уравнениям вообще что-то могло быть добавлено, но гораздо более тому, как мало к ним добавлено».

Мы ничего не сказали о личности Хевисайда, а это — один из своеобразнейших людей в истории науки.

Он был чудаком, типичным героем Диккенса. Никогда не участвовал в научных заседаниях; когда его избрали в общество инженеров-телеграфистов (большая честь), он не стал платить взносы; его выбрали членом Лондонского Королевского общества (даже у Фарадея, как вы помните, эта операция проходила негладко), он не поехал на заседание. Он не платил денег за газ, семидесятилетним стариком сидел без отопления и освещения. И не по скупости — ведь он не раз отказывался от больших денег. Он был отшельником. Он был убежденным холостяком.

Его метод работы был своеобразен. Считая, что математика — служанка техники, он предложил множество очень полезных формул, математически их не обосновав. За это его не любили и не печатали ценившие приглаженность издатели, и он в течение 20 лет не опубликовал ни одной строки. А идеи, предлагавшиеся им, были блестящи.

Хевисайд разработал без строгого математического доказательства общеупотребительные теперь операторный и символический методы. После открытий Герца он заинтересовался проблемой распространения электромагнитных волн и установил, что в верхних слоях атмосферы должен быть ионизированный слой, отражающий радиоволны (сейчас назван «слоем Хевисайда»). Именно этот слой позволяет нам слышать передачи на коротких волнах за тысячи километров, а не в пределах прямой видимости, как телевизионные передачи.

18 лет, в 1868 году, он поехал в Данию работать телеграфистом. Между Англией и Данией был проложен в то

время подводный телеграфный кабель. Молодой Хевисайд с удивлением убедился, что из Англии в Данию можно было передавать сигналы со скоростью, в два раза большей, чем в обратном направлении. Это его заинтересовало, и он долго искал разгадку. Лишь через много лет уравнения Максвелла помогли ему сделать это.

Оказалось, что в Англии и Дании кабели имели разное сечение. Предложенная на основании решения «линия без искажения» обогатила не одного предпринимателя, а великий Хевисайд продолжал жить в бедности и одиночестве в захолустном английском городке.

Многие сравнивают Хевисайда с Эйнштейном. И действительно, между этими двумя людьми много общего: оба они были учеными-одиночками; оба любили музыку (Хевисайд играл на эоловой арфе), оба не оставили учеников, оба не стремились к особой строгости доказательств, оба знали великую $E = mc^2$, оба были исключительно просты и отличались полным отсутствием тщеславия.

Наконец, оба в конце жизни стремились создать теорию, которая обобщила бы электромагнитные и гравитационные силы.

Мы знаем, что теория Максвелла — теория электромагнитного поля. И Эйнштейн и Хевисайд хотели обобщить уравнения на случай гравитационного поля — поля тяжести.

Как мы знаем, Эйнштейну это не удалось. По отношению к Хевисайду ничего определенного утверждать нельзя — после смерти в 1925 году рукописи Хевисайда были похищены…

Он умер 75 лет. 75 лет он заболел, и его отвезли на автомобиле в больницу. Это была его первая встреча с автомобилем и врачом… И последняя.

Доказательство последнее — и решающее

В самом центре Москвы, в Армянском переулке, на Маросейке, в доме Торопова жил в 60-х годах прошлого столетия Николай Всеволодович Лебедев — особо доверенное лицо торговой фирмы Боткина, Он был предприимчивым и деловым человеком, самостоятельно совершавшим хитроумные и выгодные сделки, за что ему полагался от Боткина солидный процент. Его капиталы росли, и с годами он стал нетерпеливо ждать появления наследника, который смог бы их преумножить.

8 марта 1866 года родился у Лебедевых сын, нареченный Петром. С самых ранних лет готовит его отец к будущей карьере — он окружает сына детьми крупных московских торговцев; памятуя о важности в их нервном деле отменного здоровья, с детства приобщает к спорту.

Неслучайным образом было выбрано и учебное заведение для сына — «Петер — Пауль шуле» — немецкая Петропавловская школа, где обучались дети богатой московской буржуазии. Немецкий язык, по мысли Н. В. Лебедева, должен серьезно помочь сыну в будущих торговых делах.

Петр учится, осваивает азы наук, приобретает друзей. Среди них Саша Эйхенвальд, впоследствии выдающийся физик. Это и дети хозяина — Боткины; один из них стал известным публицистом, другой — художником, а третий — знаменитым врачом. Лишь одного знакомого не слишком расчетливо ввел отец в круг общения молодого Петра — офицера-электротехника А. Н. Бекнева, под влиянием которого у младшего Лебедева возникла неукротимая тяга к технике. Юношеский дневник его заполняется десятками изобретений, ценность которых тут же комментируется им самим: «ерунда», «абсолютно непрактично», «изобретено ранее».

Сохранившиеся до сего времени дневники и письма П. Н. Лебедева дают поразительную возможность заглянуть не только в его творческую лабораторию, но и в его мятущуюся душу; они — удивительный человеческий документ, облеченный, помимо прочего, в прекрасную литературную форму. В силу этого мы будем стараться в нашем повествовании смолкать там, где о событиях сможет рассказать само их главное действующее лицо.

П. Н. Лебедев. Записи в альбоме «Познай самого себя» (1880–1882 годы).

«Твои любимые писатели.

— Гоголь, Пушкин, Некрасов, Лермонтов, Шиллер.

— Твои любимые композиторы.

— Бетховен, Моцарт, Гайдн, Ромберг.
— Твои любимые художники.
— Эрнст Хютер, Маковский.
— Любимый цвет.
— Красный и розовый.
— Твое призвание.
— Быть исследователем или открывателем».

Я. Я. Лебедев (январь 1882 года). «Могильным холодом обдает меня при одной мысли о карьере, к которой готовят меня, — неизвестное число лет сидеть в душной конторе на высоком табурете, над раскрытыми фолиантами, механически переписывать буквы и цифры с одной бумаги на другую. И так всю жизнь… Меня хотят силой отправить туда, куда я совсем не гожусь. Опасно.

Вправляя, можно связки разорвать».

Видимо, понимая опасность «разрыва связок», отец решил уступить сыну и отдать его в реальное училище, где интерес Петра к технике еще более окреп. Он стал выписывать популярные научно-технические книги и журналы, штудировать журнал «Электричество» и пропадал в физическом кабинете.

На углу Кузнецкого моста и Большой Лубянки помещался тогда магазин лабораторного оборудования Швабе, витрины которого вызывали у молодого Лебедева не меньший восторг, чем любительские и нелюбительские спектакли.

А. Н. Бекнев когда-то показал ему электрические искры, полученные от сооруженной тут же, в гостиной, из стеклянной подставки и офицерских перчаток электрической машины, и поразил его близостью, осязаемостью таинственных явлений, описываемых в учебниках. Магазин Швабе и лаборатории, куда шли приборы от Швабе, стали для Лебедева местами воскресения научных мощей, засушенных в учебниках, превращения их в жизнь, яркие краски самой природы.

Лебедева влечет именно к науке экспериментальной, осязаемой, «приборной». Его влечет к изобретениям, связанным с самой современной областью физики — электромагнетизмом. И страсть его разгорается все сильнее.

Апофеозом технических исканий юности была для Лебедева постройка им совершенно нового типа униполярной динамо-машины.

Я. Я. Лебедев (из неотправленного письма А. Н. Бекневу, 20 ноября 1896 года. Москва). «Я не знаю, знали ли Вы о моих униполярных динамо-машинах, которые я изобретал, будучи учеником реального училища, но не могу не упомянуть одного

«дорогого» курьеза: я измыслил на основании существовавших тогда теорий такую — и сейчас скажу — остроумную машину, что директор завода Густава Листа предложил мне без промедления выстроить машину на 40 лошадиных сил; я сделал все чертежи, машину отлили, сделали (штука вышла в 40 пудов) — и ток не пошел. С этого капитального фиаско началась моя экспериментаторская деятельность, но этот злополучный опыт, который почти стер меня з порошок, не давал мне покоя, покуда я не нашел физической причины, его обусловливавшей, — это коренным образом перевернуло мои представления о магнетизме и дало им ту форму, которую я впоследствии за границей узнал у английских авторов».

Неудача вызвала в душе Лебедева страшное смятение и разочарование; изобретательская деятельность как бы повернулась к нему оборотной стороной, показала необходимость обратиться к науке — и все же, может быть, по инерции он поступает в Московское техническое училище, готовящее инженеров.

Эти, казалось бы, невинные занятия тем не менее серьезно тревожат отца, и он как человек практичный и умный решает дать молодому Петру ощутить сладость той роскоши, которую приносят деньги, — преимущество торговой профессии.

К услугам сына была предоставлена верховая лошадь.

Отец купил ему спортивную лодку, дал в его распоряжение большие средства. Петр стал желанным участником балов, праздников и любительских спектаклей. Он посещал их, но каждый раз с нетерпением ждал часа, когда сможет вновь вернуться к своим электрическим опытам и изобретениям.

П. Н. Лебедев. «Мое постоянство по отношению к моему изобретению очень удивляет папу. Очевидно, ему хотелось бы, чтобы я кидался от одного к другому, и тогда, может быть, я изменю свое желание сделаться инженером».

Видя бесплодность своих попыток, отец пускает в ход еще более страшное и коварное оружие, надеясь, что любовь, именно любовь, ее необузданная и неодолимая стихия, сможет отвлечь Петра от техники.

Как-то раз Петр был приглашен на бал к детям Боткина, где его познакомили с красивой француженкой мадемуазель Будьер. Удар оказался точным. Лебедев без памяти влюбился в нее. В мыслях о ней проводил дни и ночи. Но однажды, в трезвом прозрении, понял, что мадемуазель Будьер отвлекает его от изобретений.

Его охватил страх. Он решил изжить в себе неуместное чувство. Молодому Лебедеву пришлось разработать и записать в

дневнике свою собственную теорию любви, в иерархии которой первое место занимает любовь к науке, за ней следует любовь к родине и к искусству.

Я. Я. Лебедев (9 марта 1883 года. На следующий день после семнадцатилетия). «Я не буду влюбляться, иначе все пойдет прахом и мне придется идти в контору.

Я буду служителем науки и жрецом электротехники, и буду я трудиться на пользу общественности, не забывая и себя. Да здравствует электричество! И да прославит оно нас во веки веков!»

Отнюдь не простой оказалась борьба юноши с самим собой. В тот же год летом, на балу, он знакомится с другой красавицей и вновь несколько дней и ночей пребывает в думах о ней. Разрешение острой душевной борьбы отражено в дневнике Лебедева знаменательной фразой:

«21 июня 1883 года. Рассудок и воля победили. Ура!»

Нелегко далась Лебедеву очередная победа. В этом ли причина или в чрезмерных занятиях спортом, чтобы отвлечься и укрепить свое здоровье для науки, но он впервые почувствовал перебои сердца. Это было грозным признаком наследственной сердечной болезни, которой страдал его отец.

Изобретательство неутомимо продолжается. Он создал новый тип телефонного магнита, придумал усовершенствование для чиколевских ламп, новый велосипед, питающийся от аккумуляторов, новый тип гальванометра, охладитель газовых машин, указатель телеграмм, снегоочистители, электрические часы, электрическую мухоловку, электроловушку для мышей, сигнализацию против воров. И ученики и преподаватели училища диву давались такой неуемной активности при весьма умеренных, кстати сказать, успехах в учебе.

В Московском техническом училище мысли молодого изобретателя Лебедева приобрели совсем другое направление. Лекции Н. Е. Жуковского, лабораторные эксперименты по физике у профессора В. С. Щегляева пробудили в нем неукротимый интерес к физике.

Занятия в физической лаборатории Московского технического училища уже во многом предопределили разгадку той страшной неудачи, которая постигла Лебедева с униполярной машиной. Он и не предполагал, что тайна этой неудачи окажется впоследствии связанной с самыми основами теории относительности и причины ее — гораздо сложнее тех, которые он мог тогда себе вообразить.

Поиск их неизбежно вел к анализу новейших теорий электричества, к эфирным теориям. Он решил заняться

проблемами природы электрического тока.

Вращение намагниченного цилиндра (ротор униполярной машины), которое, по мысли Лебедева, должно было дать ток, вызывало к жизни труднейшую теоретическую задачу, связанную с увлечением силовых линий движущимися телами. Простейший прибор, созданный Фарадеем еще в 1820 году, — диск Фарадея таил в себе множество загадок мироздания.

Опыт, кажущийся столь простым, для своего объяснения нуждался «всего лишь» в разгадке природы электричества. Лебедев бесстрашно кинулся в пучину современных электрических теорий. Недостаток экспериментальных фактов, слабое знание того, что делается в современных физических лабораториях, иной раз компенсировались силой воображения, и он приходит к поразительным, странным выводам.

Одна загадка — вращающегося магнитного цилиндра — влекла за собой другую. Что если цилиндр изначально не будет намагничен? Не намагнитится ли он сам под влиянием собственного вращения? Не в этом ли причина магнетизма Земли и планет?

Вот на какие глубокие мысли навела его первая жизненная неудача, они вполне искупали то печальное обстоятельство, что Лебедев вынужден был возместить фирме Густава Листа все причиненные убытки, для чего некоторое время проработал на заводе техником без жалованья.

Поворот от техники к физике был уже неизбежен.

Лебедев ищет, где осуществить свои намерения в новой области. Он идет в Политехнический музей и там впервые встречается с профессором А. Г. Столетовым. Встреча была неудачной. По-видимому, прекрасно одетый, спортивный Лебедев не произвел на Столетова того впечатления, на которое рассчитывал. Мучеником науки он ему явно не показался.

Неудачная попытка связаться с передовой в России физической лабораторией и ее замечательным лидером вынуждала Лебедева искать источник своего физического образования за границей. Он решает поехать в Страсбург, отъезд намечен на август 1887 года. Однако на время он был отложен. От сердечной болезни и переживаний из-за сына умирает отец Лебедева. Два месяца занимают хлопоты в связи с получением наследства, измеряющегося уже в сотнях тысяч рублей, и дома на углу Маросейки и Петроверигского переулка. Отцу Лебедева не удалось только передать сыну свою мечту — стать во главе крупнейшей чаеторговой фирмы России.

Поездка Лебедева все-таки состоялась.

Здесь, в Страсбурге, профессору Августу Кундту удалось

построить на государственные средства образцовый физический институт. Физическая аудитория была с концентрически поднимающимися к небу ярусами и всевозможными приспособлениями для лекционных демонстраций. Демонстрационные кабинеты и лаборатории для начинающих снабжались электричеством, газом, водой и всеми теми мелкими, казалось, удобствами, которые делают жизнь и работу в физической лаборатории необычайно приятной. В институте построили и «Магнитную башню» высотой в 30 метров, где проводили магнитные и оптические исследования. Соорудили подземные бункеры для особо точных экспериментов; там всегда стояла постоянная температура. Создали химические лаборатории, механические мастерские, весовую и ртутную комнаты, фотолаборатории, кладовые.

Поистине физический рай.

Недаром сюда приезжали лучшие физики Европы и России.

Совсем не следует предполагать, что институт Кундта был учреждением благотворительным. За все надо было платить. Вот почему только после внесения некоторой суммы в кассу Лебедев смог предстать перед Августом Кундтом для аудиенции, продолжительность которой была ограничена лишь величиной уплаченной суммы.

П. Н. Лебедев. «*С трепетом душевным я отправился в физический институт к Кундту. Сторож очень вежливо пригласил меня присесть в «кабинете профессора» — чисто фаустовской лаборатории. Кундт работал в другой лаборатории, и поэтому я должен был подождать минут пять, покуда, наконец, появился и сам. Он некрасив: каштановые всклокоченные волосы, высокий, «умный» лоб, глубоко сидящие голубые глаза, орлиный нос, энергичный рот и светло-рыжая борода, лицо все изрыто оспой — все это должно было действовать неприятно, но у него, наоборот, проницательный, страшно умный взгляд и вместе с тем выражение полнейшего равнодушия производит сильное противоположное действие; он невысок ростом и довольно широкоплеч. Принял он меня замечательно любезно; я любезности в такой степени никогда не ожидал…*»

Август Кундт посоветовал новому ученику послушать лекции по математической физике и спецкурсы по оптике и магнетизму.

В преподавании был избран «критический» метод. Все обсуждаемые произведения «испытывались на прочность» с точки зрения новейших теорий и их соответствия экспериментальным фактам. Эта система требовала не только изучения учебника, но и вскрытия глубокого научного пласта. Проще сказать, нужна была большая любовь к физике и полная погруженность в нее.

Необходимых для изучения тем оказывалось так много, что Лебедев стал всерьез подумывать об уплотнении своего рабочего дня. Вместе со своим новым знакомым князем Б. Б. Голицыным, также прибывшим для учебы, он снял комнату, вместе они ходили на лекции, занимались спортом, а во время обеда пересказывали друг другу прочтенные ими научные труды.

П. Н. Лебедев. «*Для меня каждая страница прочитанного заключает больше удовольствия, чем труда, потраченного на усвоение: таким образом, я с утра до вечера занят тем, чем хотел заниматься с 12 лет, и у меня только одно горе — день мал*».

Лишь в Страсбурге Лебедев понял причины своих неудач со многими изобретениями, в том числе униполярной машиной. Он глубоко познавал законы Ампера, Фарадея, уравнения Максвелла. Все более и более его завораживал и Кундт, и пестуемая им физика.

Я. Н. Лебедев. «*С каждым днем я влюбляюсь в физику все более и более, так что кончится тем, что облачусь во власяницу и буду ходить по городам и весям с книжкой под мышкой и проповедовать законы Ампера и Фарадея… Скоро, мне кажется, я утрачу человеческий образ, я уже теперь перестал понимать, как можно существовать без физики…*»

Физика занимает все время Лебедева. Ей посвящено все его существование, все его чувства.

Я. Н. Лебедев — сестре Саше. «*Я позволю дать совет не только тебе, но и всем родственникам, даже всему человечеству, занимайтесь физикой, лучшего совета дать ей-ей не могу*».

Лебедев активно посещал коллоквиумы Кундта, на которых тоже царит острый, критический настрой.

В яростных спорах молодые физики познают ошибки других и главное — учатся видеть свои. Лебедев по-прежнему одержим множеством идей, и Кундт, искренне полюбивший его, посвятил ему свое стихотворение, начинающееся словами: «Идей имеет Лебедев на дню по двадцать штук…»

Дальше говорилось о том, что, к счастью для его шефа, половина этих идей не доживает до того момента, когда их можно проверить экспериментально.

С известным физиком Фридрихом Кольраушем Лебедев уславливается о теме своей будущей работы — «Исследования диэлектрической постоянной газов». Два года тонких экспериментов понадобилось Лебедеву, чтобы доказать правильность точки зрения Фарадея: молекулы являются телами, электрически проводящими.

Лебедеву удалось показать, что молекулы могут рассматриваться как резонаторы определенных размеров, что

согласовывалось с его теорией резонансной природы межмолекулярных сил. Но в случае, если молекула является электрическим резонатором, на нее должно механически воздействовать электромагнитное поле световой волны. Развивая эту идею, Лебедев пишет работу «Об отталкивающей силе лучеиспускательных тел», где именно световое давление признает виновным в своеобразной форме хвостов комет.

Наступила пора сдачи докторских экзаменов.

Я. Н. Лебедев — А. П. Лебедевой 23 июля 1891 года. Страсбург).

> «О самом экзамене я цельного и любопытного сказать ничего не могу: я всегда ненавидел экзамены, потому что во время возбуждения у меня прекращается работа мозга, и я буквально чувствую себя как во время кошхмара. Когда я вышел из экзамена и мои приятели меня поздравляли, что я так хорошо сдал экзамен, — у меня было только чувство огорчения, что я не мог высказать экзаменаторам сотой доли того, что я знал, и я бы с удовольствием возвратился в экзаменационный зал и вместо двух часов ещЄ просидел бы пять и выложил им то, что я знал. Во время экзамена был момент, когда я решил, что я постыднейшим образом провалился; чтобы я мог получить *Magna cum laude*[15] — это мне и в голову прийти не могло.
>
> Экзамен продолжался с 6 час. до 8 вечера, и меня обрабатывали трое экзаменаторов. Как только я вышел, меня поздравили мои приятели (Jost, Heer Wagen, Marburg), и я в цилиндре и во фраке прямо отправился к Шульцу; мгеня приняли еще с большей сердечностью, чем обыкновенно; пили шампанское — и я невольно с грустью прощался с этим домом, где протекли самые светлые, самые счастливые дни моей жизни…»

Через неделю — сообщение на последнем летнем коллоквиуме. Лебедев говорит о сущности молекулярных сил. В этом — истоки последующих его работ о пондеромоторных (электродвижущих за счет механического движения) силах, действующих на резонаторы, о давлении света.

Я. Н. Лебедев — А. П. Лебедевой 30 июля 1891 года. Страсбург).

> «Милая мамочка! Посылаю тебе мои новые визитные карточки.
>
> Сегодняшний день — день очень важный в моей

жизни: сегодня я в последний раз говорил в Colloquim'e о вопросе, который вот уже три года занимает меня беспрерывно: «О сущности молекулярных сил». Говорил я с эстетизмом (и говорил хорошо — я это знаю) — я держал как бы покаянную исповедь; «тут было все: амуры, страхи и цветы!» — и кометные хвосты, и гармония в природе.

Два часа битых я говорил и при этом показывал опыты, которые произвели фурор и удались мне так, как редко удаются…»

На прощальном коллоквиуме Лебедев изложил, как он пишет, те мысли, которые давно уже им владели. Еще 12 августа 1890 года он записал в дневнике такую фразу:

«Если на зеркало падают лучи и мы будем двигать зеркало против направления луча, то по принципу Допплера отраженные лучи будут выдвинуты к фиолетовому концу. Это соответствует высокой температуре. Таким образом, мы можем теплоту с более холодного тела переносить на более горячее, следовательно, по принципу Клаузиуса, мы должны производить работу давления на передвижение. Значит, давление существует, и его величина пропорциональна скорости света в среде и количеству падающей энергии».

…Пора возвращаться на родину. Полный радужных надежд, Лебедев готовится к отъезду в Москву. Однако его одолевают и сомнения: *«Самое счастливое время — было пребывание в Страсбурге, в такой идеальной физической обстановке. Какова будет моя дальнейшая судьба? Я только вижу туманное пятно с большим знаком вопроса. Одно знаю — я буду работать и, пока глаза видят и голова свежа, постараюсь приносить посильную помощь».*

…С надеждой и смущением смотрел П. Н. Лебедев на новое свое пристанище в Москве — небольшой двухэтажный домик во дворе старого здания университета.

Запущенный и облупленный ректорский дом, грязный, со стершимися каменными ступенями и выщербленными перилами, с пятнами отвалившейся штукатурки на фасаде.

Но здесь — Физический институт Столетова. Здесь — физический практикум для студентов Московского университета.

Соколов, сопровождавший его, пытался найти для Лебедева место, но не нашел. Наконец, завешивают черной простыней тупик в коридоре, затаскивают туда столы, проводят

электричество, и кабинет готов. Кто-то сказал, что наука любит ютиться на чердаках. Имелся в виду, видимо, и лебедевский «чердак», где были выполнены прекрасные работы о пондеромоторном действии волн резонатора, о двойном лучепреломлении электромагнитных волн и, наконец, о давлении света на твердые тела.

К счастью, Столетов не узнал в Лебедеве, приехавшем из Германии, самоуверенного юнца, который просился несколько лет назад в его лабораторию при Политехническом музее. Между ними установились особые отношения двух уважающих друг друга ученых. В одном из писем А. Г. Столетова В. А. Михельсону П. Н. Лебедев назван «весьма деятельным юношей». Несмотря на кажущуюся сдержанность этой оценки, в устах Столетова это был восторженный комплимент.

А. Г. Столетов — В. А. Михельсону (16 октября 1892 года. Москва).

«Лебедев все лето работал в Москве и хвалится, что достиг хороших вещей по части гертцовщины, но пока еще не делал сообщений».

Да, Лебедев упорно занимается именно «гертцовщиной», то есть повторением и усовершенствованием опытов Г. Р. Герца, как будто бы подтверждающих реальное существование электромагнитных волн. Самым мощным агрументом было бы, конечно, доказательство давления света, но на пути к нему лежали еще другие эксперименты. В 1895 году в статье «О двойном преломлении лучей электрической силы» Лебедев описывает проведенные им опыты, в процессе которых удалось создать волны длиной всего 6 миллиметров, то есть в 100 раз более короткие, чем у Герца. С этими волнами Лебедеву удалось продемонстрировать на электромагнитных волнах значительно более тонкие оптические эффекты, чем Герцу. В частности, он осуществил двойное преломление лучей при прохождении их через кристаллы ромбической серы. Эксперименты свидетельствовали о том, что Лебедев поставил своеобразный рекорд сближения электромагнитных и оптических волн по частоте их колебаний и длине.

Работа Лебедева вызвала бурю восторгов. Аугусто Риги, постоянный оппонент Столетова, демонстрировал прибор Лебедева на Международном съезде физиков в Болонье. Получение Лебедевым сверхкоротких электромагнитных волн стало, как классические опыты, помещаться во всех учебниках физики.

Еще в 1891 году Лебедеву удалось с помощью световых лучей разогнать космическую пыль между звездами и отклонить

кометные хвосты прочь от Солнца, по крайней мере теоретически. Тогда он писал матери: *«Я, кажется, сделал очень важное открытие в теории движения светил, специально комет. Работа теоретическая, я набрасываю конспект, чтобы на днях подать профессору математики… Теперь, когда закон доказан и остается только облечь его в красную форму, я ничуть не волнуюсь, частью, может быть, от того, этого я не скрою, что озадачен, даже ошеломлен его общностью, которую я сначала не почувствовал».*

За этой работой, считал Лебедев, неизбежно должна была идти другая, связанная с экспериментальным анализом давления света на твердые тела. Доказательство реального существования этого эффекта могло прояснить природу света и окончательно доказать правильность максвелловой теории.

Что такое свет? Если луч света — это поток частиц, тогда давление пучка понятно и естественно. Если же луч света — это всего лишь направление распространения колебаний, то давления быть не должно, поскольку в этом случае оно пульсирует вокруг нулевой точки и в целом, интегрально, должно равняться нулю. Лишь одна из теорий — теория Максвелла — объясняла существование светового давления, но в нее мало кто тогда верил. Единственным доказательством ее были пока опыты Герца и убедительное их развитие Лебедевым. Только прямое обнаружение следующего из максвелловой теории светового давления могло бы стать последним, решающим доказательством. Интерес к этому решающему доказательству вновь возбудила неожиданная находка В. Крукса.

В 1873 году английский химик Крукс решил определить атомный вес вновь открытого им элемента таллия и взвесить его очень точно. Чтобы случайные воздушные потоки не исказили картины, Крукс решил подвесить коромысла в вакууме. Подвесил и поразился. Его тончайшие весы были чувствительны к теплу. Если источник тепла находился под предметом, он уменьшал его вес, если над — увеличивал.

Усовершенствуя этот свой нечаянный опыт, Крукс придумал забавную игрушку, которую называли то радиометром, то световой мельничкой. И уже в названии сквозило, казалось, объяснение принципа работы этого нехитрого устройства, состоящего из невесомых лопастей, или крылышек, сделанных из фольги и подвешенных на тонкой нити в вакууме, или, точнее сказать, в очень разреженном газе. Одна сторона лопастей была отполирована, другая — зачернена. Если теперь к устройству поднести какой-нибудь теплый предмет или осветить его солнечным светом, мельничка, составленная из лопастей, начинала крутиться вокруг оси. Отсюда и название — радиометр,

так сказать, измеритель излучения или, еще конкретней — «световая мельничка», мельничка, движущаяся под действием света.

Прямое подтверждение теории светового давления Максвелла? Триумф?

Радиометр вызвал в научных кругах сенсацию, и прежде всего потому, что, казалось, непосредственно и убедительно доказывал существование предсказанного Максвеллом давления света. И когда в 1873 году радиометр впервые был продемонстрирован на заседании Королевского общества, вряд ли кто-нибудь был иного мнения. Движущей силой радиометра, несомненно, являлось механическое давление света.

Но были и скептики, которые забавлялись доверчивостью членов Королевского общества, еще раз поверивших «этому Круксу», только что оскандалившемуся со своими спиритуалистическими занятиями. Аналогия между демонстрировавшимся во время спиритических сеансов Крукса падением веса предметов при переходе их в «четвертое измерение» и падением веса предметов в вакууме под воздействием излучения была настолько прозрачна, что Круксу и другим членам Королевского общества, по крайней мере в то время, следовало ее иметь в виду.

Максвелл, присутствовавший на демонстрации радиометра в Королевском обществе, был очень взволнован.

Он описывает это событие в письме Вильяму Томсону следующим образом: *«…трехдюймовая свеча действует на внутренний диск так же быстро, как магнит действует на стрелку компаса. Нет времени для воздушных потоков, а сила гораздо больше веса всего воздуха, оставшегося в сосуде. Очень живое, сильное притяжение куском льда. Все это — в лучшем доступном вакууме…»*

Как все это прекрасно согласуется со строками только что вышедшего его «Трактата»! Там было прямо сказано, что сконцентрированный свет электрической лампы, «падающий на тонкий металлический диск, деликатно подвешенный в вакууме, возможно, сможет произвести ощутимый механический эффект, доступный для наблюдения». Он высчитал даже, что давление солнечных лучей на перпендикулярно расположенную пластину будет в 10 раз слабее горизонтальной составляющей магнитной силы в Англии. Разумеется, Максвелл был весьма подготовлен к положительному восприятию «радиационного» объяснения работы радиометра.

И поэтому, когда редакция «Философских трудов» прислала ему на рецензирование статью Крукса с таким объяснением

действия радиометра, он написал на нее 24 февраля 1874 года положительную рецензию. Он, нечно, вполне согласен с тем, что «отталкивание от лоизлучающего тела… обязано своим происхождением излучению».

Но что-то все-таки мучит Максвелла, омрачает его радость, не дает полностью почувствовать вкус победы.

И это — то, что эффект слишком уж велик, слишком уж показателен, он не похож на то слабенькое давление, которого ожидал Максвелл. Поэтому он пишет в рецензии на статью Крукса, что хотя он и предсказал в своем «Трактате» «возможное отталкивающее действие излучения», «эффект, обнаруженный м-ром Круксом, как будто бы обнаруживает силы значительно большей величины». Максвелл рекомендовал статью к опубликованию.

В то лето над Европой видна была большая комета, и ее явное присутствие на небе, характерный вид с отогнутым от Солнца хвостом вызвал в европейских научных салонах новый прилив разговоров о возможной причине отклонения хвоста кометы от Солнца: не объясняется ли это отклонение предсказанным Максвеллом давлением солнечных лучей?

Большие споры происходили и в Кембридже на Скруп-Террас, 11, где жил Максвелл. И гости, и хозяин часто и подчас горячо поминали хвост кометы. Тут-то один из гостей заметил, что любимый терьер Максвелла Тоби вертится на одном месте, пытаясь ухватить себя за одноименный орган. Под всеобщий смех выяснилось, что Максвелл, не подозревая еще о грядущем появлении небесного тела, натаскал терьера по команде «хвост» гоняться за собственным хвостом. Во время бурных споров об отклонении кометного хвоста бедняге Тоби приходилось вертеться, как белка в колесе. Да, бурные были споры, и Максвеллу пришлось в них выступать против гипотезы об отклонении кометного хвоста за счет солнечного света, уже почти общепризнанной. Ему постепенно становилось ясно, что радиометр Крукса никак не подтверждал этой гипотезы. Эффект был слишком велик.

Вместе с Максвеллом, но совсем по другой причине, еще один человек противодействовал теории отклонения кометных хвостов за счет солнечных лучей. Это был О. Рейнольде — резкий тридцатидвухлетний манчестерский профессор со странными манерами и пренеприятной привычкой видеть за всеми действиями других исключительно корыстные мотивы. Он был силен в прикладных, инженерных науках, но его познания в высокой физике были столь же невинны, сколь изощренны были познания Максвелла. Иногда знать меньше полезно, так как

именно Рейнольде предложил ключ к решению проблемы радиометра.

Причина, по которой Максвелл противодействовал собственной теории, происходила от безбрежной широты и отдаленности горизонтов, где витала его мысль, от того, что не было для него в науке и природе «святых земель», которые не подлежали исследованию. Не было для него «плохих» фактов. Факты хороши уже потому, что они таковыми являлись.

Рейнольде, стоящий на более практической, приземленной точке зрения, работавший над проблемой осаждения пара из паровоздушных смесей на холодных поверхностях паровых машин, не верил в существование еще неизвестных сил и фактов. Он предположил, что действие радиометра вызывается все тем же: испарением с лопаток вертушки под действием тепла сконденсировавшейся на них смеси газов.

Как раз в это время вернулся из Сиама, где он наблюдал солнечное затмение, молодой сотрудник Рейнольдса А. Шустер. Он свежим взглядом окинул проблему радиометра. Предложил поставить простой, но решающий эксперимент. Вызывается ли вращение вертушки радиометра внешними или внутренними причинами?

Установить это просто. Нужно проверить: не вращается ли одновременно с вращением вертушки и сам сосуд? Если да, и причем в другую сторону, то причина вращения — внутри, если нет — снаружи. Прозрачное стекло сосуда не должно было испытывать никакого механического действия излучения. Если причина в излучении, сосуд должен оставаться в покое. Поскольку Рейнольде не захотел ставить такой эксперимент. Шустер провел его сам, подвесив сосуд на тонкой нити.

Как только к баллону подносили теплый предмет, вертушка начинала вращаться. Но и сосуд тоже начинал вращаться — только в другую сторону. Это можно было легко наблюдать по движению зайчика от зеркальца, прикрепленного к сосуду.

Эксперимент Шустера был, конечно, сокрушительным: причина, как и предполагал О. Рейнольде, находилась «внутри», а не «вне».

К тому времени выяснилось и еще одно обстоятельство, тоже немалой значимости. Никто раньше не заметил этого. Все вертушки вертелись совсем не так, как они должны были бы вертеться под действием излучения — известного или таинственного! Любое излучение должно было бы больше давить на отполированную, светлую сторону крылышек вертушки, чем на зачерненную. А все вертушки крутились в обратном направлении!

Стало ясно, что тепло и свет вносили в сосуд радиометра не

столько механический момент, сколько тепловую энергию. Ключ к разгадке, очевидно, заключался во взаимодействии разреженного газа с поверхностью крылышек, проистекающем из разности температур зачерненной и светлой сторон лопаточек.

Если почитать научные журналы 1873–1879 годов, может создаться впечатление, что в лаборатории Крукса, где исследовались радиометры, шла подготовка к экспедиции по меньшей мере на иные планеты — настолько подробно преподносились малейшие новости из лаборатории. Как потом оказалось, не напрасно — уже в год смерти Максвелла (1879) Крукс применил свой радиометр к исследованию катодных лучей, показав, что под их действием крылышки радиометра вращаются. В лаборатории Крукса действительно готовилось оборудование для покорения иных, неизвестных тогда миров — оборудование грядущей атомной физики.

Но прямого доказательства светового давления Крукс получить не смог, как не сделал этого когда-то и О. Ж. Френель. Он не добился какого-либо определенного результата. В этом виновато взаимодействие в радиометре целого клубка сил, возникающих за счет разности температур, тепловых потоков газа и радиометрического эффекта, появляющегося из-за отскакивания остаточных молекул газа от нагретой зеркальной поверхности.

Все эти помехи резко снижались при повышении вакуума. Крукс достиг одной сотой миллиметра ртутного столба. Лебедев понимал, что главное в эксперименте — добиться гораздо более высокого вакуума, возможно, с помощью ртутного вакуум-насоса.

Я. Я. Лебедев — М. К. Голицыной.

> «…Чем ближе я к решительному моменту, тем более я начинаю походить на Гамлета: хожу грустным по лаборатории и все чаще и чаще посматриваю на ртутный насос с затаенным сомнением: «быть или не быть?» Но у меня есть то преимущество перед Гамлетом, что я знаю выход из этого, видимому, безвыходного положения: надо закрыть глаза, размахнуть руками — и, вытянув указательные пальцы, поступить по известному правилу. Или, может быть, лучше разложить пасьянс?»

К весне 1899 года Лебедеву удалось обеспечить в 100 раз более высокий вакуум, чем Круксу, и с помощью изящных приемов устранить действие сил, в тысячи раз превышающих искомые.

Я. Я. Лебедев.

> «Желая обнаружить на опыте… силы светового

давления, я воспользовался расположением Риги в таком виде: между двумя кружками, вырезанными из тонкого листового никеля, была зажата согнутая в виде цилиндра слюдяная пластинка. Цилиндр служил телом радиометра; внутри его находилось неподвижно скрепленное с ним крылышко. Этот радиометр был подвешен на стеклянной нити внутри эвакуированного стеклянного баллона. Когда я направил на крылышко свет лампы, я постоянно наблюдал отклонения, которые были одного порядка, с теми, которые вычисляются по Максвеллу…»

В том же 1899 году Лебедев написал диссертацию на степень магистра «Экспериментальные исследования пондеромоторного действия волн на резонаторы», где содержалось как математическое, так и экспериментальное доказательство электромагнитной природы взаимодействия молекул и атомов. Уже сдав диссертацию на просмотр оппонентам, Лебедев осуществил эксперимент, в котором доказал существование «максвелло-бартолиевых» сил светового давления, и впоследствии включил описание его в свою диссертацию вместе с сообщением, в котором рассматривалась роль лучеиспускания во взаимодействии молекул.

Поехав на летний отдых за границу, Лебедев доложил о своих экспериментах в Швейцарском научном обществе в Лозанне.

Из протокола правления научного общества в Лозанне. «Г-н Лебедев, профессор Московского университета, сообщил Обществу о результатах своих первых исследований, относящихся к давлению света. Существование давления, оказываемого пучком световых лучей на поглощающую и отражающую поверхности, является следствием электромагнитной теории света; на него было указано Максвеллом. Значение этого давления, согласно теории, должно быть весьма малым: около 0,3 мг на метр квадратный черной поверхности. Г-ну Лебедеву удалось осуществить прибор, при помощи которого можно его измерить, и результат первых опытов согласуется с предсказанием теории».

Между тем магистерская диссертация Лебедева обсуждалась на факультете. Н. А. Умов, сам большой почитатель Д. К. Максвелла, первым увидел громадное значение диссертации П. Н. Лебедева. Вместе с профессорами А. П. Соколовым и К. А. Тимирязевым он рекомендовал ректору университета присвоить П. Н. Лебедеву ученую степень не магистра, а сразу доктора наук, минуя магистерскую степень. Так и было сделано.

28 февраля 1900 года Лебедев стал экстраординарным

профессором Московского университета. Он не оставляет своих экспериментов, но меняет характер измерений. Вместо метода Шустера и Риги, использовавшегося им ранее, он применяет метод Максвелла, который является более тонким, но и значительно более сложным по исполнению. Уже летом Лебедеву удалось преодолеть все экспериментальные трудности и доказать не только сам факт наличия давления света, но и то, что оно вполне согласуется численно с предсказанными Максвеллом значениями.

Окрыленный, едет Лебедев на Международный конгресс физиков в Париже. Многие видные ученые мира, собравшиеся в августе 1900 года во французской столице, с восторгом приветствовали сообщение Лебедева.

Великий У. Томсон, лорд Кельвин, без которого нельзя было представить физику XIX века, как пьесу о принце датском без Гамлета, подошел к К. А. Тимирязеву, также участвовавшему в работе конгресса, и сказал ему:

«Вы, может быть, знаете, что я всю жизнь воевал с Максвеллом, не признавая его светового давления! И вот ваш Лебедев заставил меня сдаться перед его опытами!»

Один из крупнейших физиков того времени Ф. Пашен также очень тепло отозвался об опытах Лебедева. *Ф. Пашен* — П. Н. Лебедеву (?? декабря 1900 года. Ганновер).

> «Я считаю Ваш результат одним из важнейших достижений физики за последние годы и не знаю, чем восхищаться больше — Вашим экспериментальным искусством и мастерством или выводами Максвелла и Бартоли. Я оцениваю трудности Ваших опытов, тем более что я сам несколько времени назад задался целью доказать световое давление и проделал подобные же опыты, которые, однако, не дали положительного результата, потому что я не сумел исключить радиометрических действий. Ваш искусный прием, заключающийся в том, чтобы бросить свет на металлические диски, является ключом к разрешению вопроса».

Руководство Московского университета, однако, вовсе не считалось с заслугами Лебедева. Так, еще при выдвижении Лебедева на должность экстраординарного профессора в университете разгорелась горячая дискуссия: имеет ли право Лебедев, не обучавшийся в классической гимназии и не знающий латинского языка, занимать столь высокий пост? В результате голосования избирательных шаров оказалось в урне лишь

незначительно больше, чем неизбирательных.

Только после громадного резонанса, который позже получила работа Лебедева за границей, она была премирована, но не в университете, а в Академии наук и стала поводом для его избрания членом-корреспондентом академии.

Волнения, связанные с получением докторской степени и с производством экспериментов по выявлению светового давления на твердые тела, сказались в конце концов сильнейшим сердечным приступом, который Лебедев воспринял как первый звонок. Трагические нотки появляются в его личной переписке.

П. Н. Лебедев — М. К. Голицыной (?? апреля 1902 года. Гейдельберг).

> «Как Вы знаете, княгиня, в моей личной жизни было так мало радостей, что расстаться с этой жизнью мне не жалко (я говорю это потому, что знаю, что значит умирать: я прошлой весной совершенно «случайно» пережил тяжелый сердечный припадок) — мне жалко только, что со мной погибает полезная людям очень хорошая машина для изучения природы: свои планы я должен унести с собой, так как я никому не могу завещать ни моей большой опытности, ни моего экспериментаторского таланта. Я знаю, что через двадцать лет эти планы будут осуществлены другими, но что стоит науке двадцать лет опоздания? И это сознание, что решение некоторых важных вопросов близко, что я знаю секрет, как их надо решить, но бессилен передать их другим — это сознание более мучительно, чем Вы думаете…»

С осени 1901 года Лебедев находится на лечении. Отчаянная борьба с врачами, которым он доказывал необходимость и «полезность для него» «тихо сидеть в лаборатории» и доделать, наконец, «световое давление», оканчивается его полным поражением. Лебедев с тоской покидает и сбою лабораторию, и своих «физико-подростков». Он оставляет им трогательнейшие, подробнейшие, на многих страницах, инструкции в виде, как он сам шутит, «замогильного гласа». Конечно, он понимает, что давать подобные инструкции еще более нелепо, чем описывать план предстоящего сражения. Он шутит, что только в Венском штабе могли руководить операциями Суворова в Альпах. И тем не менее в приложении к письму Н. П. Кастерину содержатся подробнейшие инструкции его ученикам В. Я. Альтбсргу, В. Д. Зернову, И. Н. Златовратскому и В. И. Романову.

Находясь на лечении в Наугейме, Лебедев испытывает

мучительное желание возвратиться в лабораторию и работать там, исследуя световое давление на газы. Он разрабатывает детали экспериментальной установки.

В письмах в Москву Лебедев хочет всячески продемонстрировать, что он «не такая развалина, которая рассыпется», если с ним «начать говорить о физике».

Лебедев все время возвращается к мысли о доказательстве существования светового давления на молекулы газа. На эту тему он сделал сообщение па съезде Немецкого астрономического общества в Геттннгене в августе 1902 года. Доклад его вызвал яростные возражения К. Шварцшильда, который ссылался на проведенные им «точные расчеты». Лебедев, возражая ему, указывал на кое-какие неточности, все-таки вкравшиеся в расчет. И вновь и вновь убеждается он в необходимости прямого экспериментального доказательства существования светового давления на газы.

В Москве его отвлекает болезнь, его отвлекают дела со строительством нового Физического института, или, как он его называет, «Левиафана». Идея создания этого института принадлежала Столетову и вызвана была его горячей белой завистью к физическому институту, построенному и функционирующему уже в Англии — Кавендишской лаборатории Кембриджского университета.

Лебедев, выполняя завет Столетова, вложил массу труда и ума в организацию Физического института. Он обследовал множество физических лабораторий за границей, выписывал оттуда самое необходимое, самое современное оборудование, размещал заказы на оборудование в России. Завел даже специальную папку, которую назвал «Потребности Физического института», в которую складывал все бумаги, относящиеся к таковым. Лебедев задумал сделать институт одним из лучших физических институтов в мире.

В конце концов многочисленные просьбы, доводы и хлопоты принесли успех. На строительство института были отпущены большие деньги. Оно обошлось почти в полмиллиона рублей; 75 тысяч рублей было ассигновано на оборудование.

Лебедев был несказанно рад и появившейся у него во дворе университета лаборатории в новом институте, и всеми правдами и неправдами дополнительно «выбитому» подвалу, где можно было разместить несколько экспериментальных установок. Вскоре, однако, выяснилось, что из отпущенных для покупки оборудования денег Лебедеву было выделено всего 533 рубля. Протесты Лебедева вызвали следующий открыто не высказывающийся ответ: «Зачем вы набираете учеников и тратите

на руководство их работами столько врехмени! Университет — не Академия наук!.. Вы защитили диссертацию; мы вас приняли в свою среду. То, что вы сейчас делаете, совершенно излишне: нам этого не нужно. Зачем вы тратите попусту свои силы?» Основная масса университетского окружения не понимала, что новая физика требовала нового подхода, дорогостоящих приборов, исследователей-профессионалов, работающих в научных коллективах.

П. Н. Лебедев глубоко переживает происходящее.

«Роль насадителя наук в дорогом отечестве, — говорил он, — представляется мне какой-то безвкусной канителью, я чувствую, что я как ученый погибаю безвозвратно: окружающая действительность— какой-то беспрерывный одуряющий кошмар, беспросветное отчаяние.

Если в Академии зайдет речь о преуспевании наук в России, то скажите от имени несчастного профессора Московского университета, что ничего нет: нет ни процветания, нет ни наук — ничего нет…»

Свое моральное состояние П. Н. Лебедев описывал следующим образом:

> «Если бы нашелся достаточно талантливый художник-символист, который бы брался описывать портрет не человека, а его настроение, то на моей натуре он составил бы себе всемирное имя; рисунок был бы прост: ровно загрунтованное полотно, без каких-либо передних и задних планов или проблесков, но колер… всякий недальтоник, проходя мимо, наверно бы, плюнул: «экая пакость», — а клуб пессимистов в Америке избрал бы этот колер обязательным для форменных брюк своих сочленов…»

Слабой компенсацией за мытарства, претерпеваемые Лебедевым в академии, явилось присуждение ему академической премии имени профессора С. А. Иванова. Раз в два года ею награждали за труды, «которые существенно обогащают науку, внося в нее новые факты, наблюдения и воззрения». Положение о премии было обнародовано, на нее объявили конкурс. Однако конкурсантов не оказалось. В таком случае, согласно Положению, премиальная комиссия могла предложить кандидата сама, и ею был выдвинут Лебедев.

Физико-математическое отделение академии единогласно утвердило это предложение.

И все же премия сделала свое дело. Лебедев воспрял духом.

П. Н. Лебедев — А. Н. Лебедевой (8 июля 1905 года. Москва).

«…Так как ты все равно не скоро попадешь в Pontresina, то я не телеграфирую, а пишу — пишу потому, что обретаюсь в духоподъеме — точно помолодел на 10 лет! Одну очень сложную работу, которая должна дать результаты исключительного значения, оказывается, возможно сделать, хотя и при затрате огромного, усидчивого труда и… большой порции счастья…»

Обычно весной Лебедев ездил на отдых и лечение в Швейцарию, которую ему настоятельно рекомендовали врачи. Вот и весной 1907 года он туда отправился. По дороге на курорт Лебедев остановился в Гейдельбергс, где жил крупный европейский специалист по сердечным болезням профессор В. Эрб. Он признал состояние больного удовлетворительным, но настоятельно рекомендовал ему тут же ехать отдыхать. Лебедев решил воспользоваться случаем и посетить жившего в Гейдельберге и работавшего в астрономической обсерватории на горе Кёнигстул астрофизика М. Вольфа, которому он и рассказал о своих экспериментах по световому давлению на газы.

Вольф высказал крайний интерес и пояснил, что среди астрофизиков по этому вопросу не было единства.

Вольф, не зная о болезни Лебедева, убедил его в том, что только эксперименты его, Лебедева, смогут прояснить эту неопределенную ситуацию и помочь астрофизикам всего мира выбраться из затруднительного критического положения, связанного с невозможностью построить теорию комет и разобраться в строении звезд. Он смог убедить Лебедева в том, что на тот день не существует более важной научной работы. И — более срочной…

Под влиянием беседы у Лебедева возник ряд новых идей о том, как преодолеть препятствия к проведению эксперимента. В частности, можно было использовать более теплопроводные газы, в которых не существует большой разницы температур и, следовательно, перепадов давлений.

С этими мыслями Лебедев и покинул Гейдельберг, но поехал отнюдь не в Швейцарию на лечение, а обратно в Москву. Там он испытал более 20 моделей экспериментальных аппаратов и, наконец, нашел такой, который давал наиболее надежный результат.

Лишь к концу 1907 года оканчивается титаническая серия опытов Лебедева с доказательством существования сил светового давления на газы и, более того, измерением этих сил. Преодолены чудовищные экспериментальные трудности. Ученый

докладывает о своей работе Первому Менделеевскому съезду, созванному 27 декабря 1907 года. Собравшиеся единодушно отметили важность этой работы для физики, астрофизики и даже — для физики микромира.

Устройство, использованное Лебедевым, было необычайно остроумным. Идея прибора заключалась в том, что газ в камере, содержащей освещаемое и темное отделения, давлением света приводился в круговое вращение, а движение газа определялось при помощи легкого поршенька, расположенного в темной части. К газу, заполнявшему прибор, добавляли водород, чтобы увеличить теплопроводность и избежать пагубных для измерений перепадов температуры и давления. Изящество и убедительность эксперимента нашли широкий отклик в научных кругах Европы. Лондонский Королевский институт избрал Лебедева своим почетным членом. Его единодушно стали считать лучшим физиком-экспериментатором в мире.

Статья Лебедева «Опытные исследования давления света на газы», опубликованная в 1910 году, содержит всего 10 страниц, включая чертежи прибора. Каждая из них стоила года работы. Ведь с 1901 года Лебедев не опубликовал ни одной статьи.

Но задолго до ее публикации, в момент наивысшего творческого счастья, когда невозможное становилось возможным, когда с легкостью получалось то, на что в другое время ушли бы годы, — именно тогда посетила Лебедева новая научная идея.

П. Н. Лебедев — М. К. Голицыной (8 мая 1909 года. Москва).

> «У Вас, княгиня, есть такое шестое чувство…
>
> Право, я опять влюблен в свою науку, влюблен как мальчик, ну совсем как прежде: я сейчас так увлекаюсь, работаю целыми днями, точно я и больным не был — опять я такой же, каким был прежде: я чувствую свою психическую силу и свежесть, я играю трудностями, я чувствую, что я Cyrano de Berqerac в физике, а поэтому я и могу, и хочу, и буду Вам писать: теперь я имею на это нравственное (т. е. мужское) право. И я знаю, что Вы не только простили меня — больше: я чувствую, что Вы рады так, как может и умеет быть рада только женщина — и далеко не всякая… Но позвольте мне быть еще большим эгоистом и начать Вам писать о том, что я выдумал, что я теперь делаю. Конечно, мысль очень проста: по некоторым соображениям, на которых я останавливаться не буду, я пришел к выводу, что все вращающиеся тела должны быть магнитны — та особенность, что наша Земля магнитна и притягивает

синий конец магнитной стрелки компаса к северному полюсу, обусловлена именно ее вращением вокруг оси. Но это только идея — нужен опыт, и теперь я его подготовлю: я возьму ось, которая делает более тысячи оборотов в одну секунду—как раз конструкцией этого прибора я сейчас занят, — на эту ось я буду насаживать шарики в три сантиметра диаметра из разных веществ: меди, алюминия, пробки, стекла и т. д. — и буду приводить во вращение; они должны сделаться магнитными так же, как Земля; чтобы в этом убедиться, я возьму крохотную магнитную стрелку — всего в два миллиметра длины, — подвешу ее к тончайшей кварцевой ниточке — тогда ее конец должен притягиваться к полюсу вращающегося шарика.

И вот я теперь, как Фауст в первом действии перед очаровательным видением: как прялка Маргариты, жужжит моя ось, я вижу тончайшие кварцевые нити… для полноты картины недостает только Маргариты…

Но главное тут не оси и не нити, а чувство радости жизни, жажда ловить каждый момент, ощущение своей цели, своей ценности для кого-то и для чего-то, яркий теплый луч, пронизывающий всю душу».

Счастливое время отмечено и важными семейными событиями. Лебедев находит свою избранницу. Это — сестра его старинного друга Саши Эйхенвальда Валентина Александровна. Настроение и работоспособность Лебедева резко повышаются. Как видно из приведенного выше письма, Лебедев в душе уже распрощался с силами светового давления на газы и принимается за новую серию исследований, связанных с природой магнетизма планет.

Да, извечный вопрос о магнитности Земли, о магнитности планет, о магнетизме Солнца занимает теперь Лебедева. Он проводит серию экспериментов, предполагая, что быстрое вращение любого тела должно привести к поляризации вещества и возникновению магнетизма. Лебедев пытается найти во вращающихся телах признаки магнетизма, но ничего не обнаруживает.

Полагая, что все дело в скорости, он увеличивает частоту вращения до 35 тысяч оборотов в минуту. Справедливо считая, что столь высокая скорость может разрушить прибор и повредить все вокруг, он удаляет из лаборатории всех и остается один.

Он изготавливает «мини-земной шар» для исследования природы геомагнетизма. Хочет проверить гипотезу Сузерленда о

том, что причиной магнетизма могут служить гравитационные сдвиги. Эксперимент представляет, по словам самого Лебедева, «чудозищную трудность».

Наконец, трудности преодолены, но эффекта нет. Лебедев ищет причины неудач. Он полон решимости довести дело до конца.

И тут, в этот самый ответственный момент работа Лебедева неожиданным образом прерывается, и прерывается навсегда. По причинам, как ни удивительно, политическим. В это почти невозможно было поверить.

Лебедев, поглощенный своими научными изысканиями, был известен своей аполитичностью.

После революции 1905 года студенты завоевали ряд «свобод». Закон об автономности университетов гласил, что высшей властью в них является ректорат. Однако начавшееся в 1911 году в стране широкое политическое движение и возникшие в связи с ним студенческие нения принудили реакционного министра просвещения Л. А. Кассо позволить полиции вмешиваться в жизнь университета, принимать «быстрые и решительные» меры.

Члены ректората Московского университета, в том числе ректор А. А. Мануйлов и проректор М. А. Мензбир, не согласились с этим распоряжением и подали заявления об отставке. Вызов был принят.

Кассо увольняет членов ректората не только с их административных, но и с профессорских постов.

Наглое решение министерства вызвало бурю. Десятки профессоров и преподавателей подали в отставку, и среди них — Н. А. Умов, К. А. Тимирязев, Н. Д. Зелинский, А. А. Эйхенвальд, С. А. Чаплыгин и другие. Встал этот вопрос чести и перед П. Н. Лебедевым.

П. Н. Лебедев жаловался друзьям: историки, юристы и даже медики — те могут сразу уйти, а у меня ведь лаборатория, и главное — более 20 учеников: все они пойдут за мной… Развалить их работу нетрудно, но устроить их где-то очень затруднительно….

А. Н. Лебедева впоследствии рассказывала известному физику и историку науки Т. П. Кравцу о том, что Петр Николаевич мучился несколько дней, прежде чем принять решение уйти. И все-таки поступил так, как подобает настоящему гражданину.

…Вот он и без работы, и практически без средств к существованию. Состояние, оставленное отцом, растаяло.

Он лишился и тех 2 400 рублей, которые ему раньше ежегодно выплачивал университет. Он потерял свою

лабораторию, своих учеников, даже возможность вернуться в университет, возможность, которой воспользовались многие из 600 человек, покинувших его в то тревожнее время, поскольку он считался особенно неблагонадежным. Вновь в университет его бы никогда не взяли.

П. Н. Лебедев — М. К. Голицыной (конец февраля — начало марта 1911 года. Москва).

> «Пишу Вам, княгиня, — только Вам — несколько строчек. Мне так тяжело, кругом ночь, тишина, и так хочется стиснуть покрепче зубы и застонать. Что случилось? — спросите Вы. Да ничего необычного: здание личной жизни, личного счастья — нет, не счастья, а радости жизни — было построено на песке, теперь дало трещины и, вероятно, скоро рухнет, а силы строить новое, даже силы, чтобы разровнять новое место, — нет, нет веры, нет надежды.
>
> Голова набита научными планами, остроумные работы в ходу; не сказал я еще своего последнего слова — я это понимаю умом, понимаю умом слова «долг», «забота», «свыкнется» — все понимаю, но ужас, ужас постылой, ненавистной жизни меня бьет лихорадкой, старый, больной, одинокий. Я знаю ощущение близости смерти, я пережил его секунду за секундой в абсолютно ясном сознании во время одного сердечного припадка (врач тоже не думал, что я переживу), — знаю это жуткое чувство, знаю, что значит готовиться к этому шагу, знаю, что этим не шутят, — и вот, ее пи бы сейчас, как тогда, вот тут, когда я Вам пишу, ко мне опять подошла бы смерть, я теперь не препятствовал бы, а сам пошел ей навстречу — так ясно мне, что жизнь моя кончена…»

Разумеется, о Лебедеве не забыли… На него тут же посыпался град приглашений. Приглашал Варшавский университет, приглашал Харьков, приглашал Киев, приглашал Стокгольм. С. Аррениус писал ему: «Естественно, что для Нобелевского института было бы большой честью, если Вы пожелали бы там устроиться и работать, и мы, без сомнения, предоставили бы Вам все необходимые средства, чтобы Бы могли дальше работать… Вы, разумеется, получили бы совершенно свободное положение, как это соответствует Вашему рангу в науке». Приглашал Лебедева на работу и директор Главной палаты мер и весов в Петербурге Н. Г. Егоров.

Но Лебедев никуда не хотел уезжать из Москвы.

За сохранение жизни созданной им научной школы, за

постройку новой физической лаборатории при народпом университете принялось благотворительное «Научное общество имени Х. С. Леденцова», богатого купца, поставившего своей целью процветание наук.

Общество выделило Лебедеву 15 000 рублей. Эти средства пошли на аренду подвала в арбатском Мертвом переулке и квартиры для руководителя этой лаборатории — П. Н. Лебедева.

— Что ж, будем делать живое дело в Мертвом переулке, — говаривал Лебедев своим друзьям и ученикам.

Он не принимает повторного приглашения из Нобелевского института, не поддерживает разговоров о возможном присуждении ему Нобелевской премии.

…В это время в газете «Кремль», издававшейся профессором Московского университета историком Д. Иловайским, под псевдонимом «Русский», была опубликована статья о лаборатории в Мертвом переулке. В ее названии содержался открытый вызов: «На еврейские деньги». Говорилось в ней о том, что на деньги «иудо-масонов» некий Лебедев создал в подвале дома, принадлежащего подозрительному поляку, весьма странную лабораторию, куда могут быть приняты или не русский, или же русские, отказывающиеся от своей родной национальности и дающие в том подписку. Чем занимаются в подвале — неизвестно, однако у дверей днем и ночью стоит вооруженная охрана. Полиция же бездействует…

Вступать в дебаты на столь низком уровне было не в правилах Лебедева. Однако ученый понимал, что и молчание в ответ на гнусный пасквиль было не лучшим выходом.

Слабое сердце Лебедева не выдержало всех этих испытаний. 14 марта 1912 года оно остановилось навсегда.

Похоронили Лебедева на Елисеевском кладбище в Лефортове. В «Русских ведомостях» за 8 апреля 1912 года появился гневный некролог Тимирязева: «Успокоили Лебедева. Успокоили Московский университет. Успокоили русскую науку. А кто измерит глубину нравственного растления молодых сил страны, мобилизуемых на борьбу с этой ее главной умственной силой? И это в то время, когда цивилизованные народы уже знают, что залог успеха в мировом состязании лежит не в золоте и железе, даже не в одном труде пахаря в поле, рабочего в мастерской, но и в делающей этот труд плодотворным творческой мысли ученого в лаборатории. Или страна, видевшая одно возрождение, доживет до второго, когда перевес нравственных сил окажется на стороне «невольников чести», каким был Лебедев? Тогда, и только тогда, людям «с умом и сердцем» откроется, наконец, возможность жить в России, а не только

родиться в ней, чтобы с разбитым сердцем умирать».

Тетрадь четветрая. ВРЕМЯ ИЗОБРЕТАТЬ

Все в этом мире двигается — вагон ли трамвая, пароходы, паровозы, — все это двигается в конечном счете вовсе не электрической силой, не углем, а нашим разумом.

М. Горький

Мысль, сбросившая оковы незнания, руки, обретшие свободу действий» создают то, что потом будет названо «веком электричества». Все изобретается заново, все заново понимается — даже те уравнения, скрытой силой которых произведены были эти перемены.

Ученый, открытый в библиотеке

Есе началось с того, что в конце прошлого века один из профессоров Военно-медицинской академии, а именно приват-доцент Н. Г. Егоров, стал читать лекции по физике также и в Петербургском университете. Среди его студентов был и А. Л. Гершун, впоследствии профессор, очень увлекавшийся лекциями Егорова.

С наступлением летних каникул все разъехались кто куда. А Гершун решил провести лето, работая в публичной библиотеке города Вильно и изучая литературу по физике.

Он просмотрел уже не одну сотню книг, когда наткнулся на небольшой томик под названием «Известие о гальвани-вольтовских опытах, которые производил профессор физики Василий Петров посредством огромной наипаче баттереи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков, находящейся при Санкт-Петербургской медико-хирургической академии», отпечатанный «в Санкт-Петербурге, в типографии Государственной медицинской коллегии 1803 года».

Времени у Гершуна было немного, хотел он было отставить фолиант малый в сторону, да подумал, что автор книги — некий Петров, видимо, предшественник их нынешнего профессора Егорова, поскольку Петров, так же как и Егоров, работал в Медико-хирургической, а ныне Военно-медицинской академии, как видно из названия.

Только это случайное обстоятельство и заставило Гершуна внимательно прочитать книгу. И чем дальше вчитывался студент, тем сильнее увлекался — перед ним раскрывался мир ученого, абсолютно неизвестного.

И мир этот содержал сенсационность — неведомый Петров открыл электрическую дугу, сделал ряд других крупных открытий в электротехнике и вообще был первым в мире человеком, посмотревшим на электричество с позиций технических — с точки зрения пользы, которую электричество могло бы принести людям. Неизвестный ученый был первым электротехником.

Вызывало восхищение уже название книги. «Известие о гальвани-вольтовских опытах…» в противовес широко распространенному термину «гальванический» — ведь не всем, далеко не всем было видно тогда тождество «гальванического» и «вольтаического» электричеств. Нужно было обладать большой научной смелостью, чтобы всего через три года после открытий Вольта уверенно отождествить электричество Вольта и электричество Гальвани и отдать должную честь Вольта.

А дальше шли совсем удивительные вещи. «Если, — писал неизвестный Петров, — на стеклянную плитку или на скамеечку со стеклянными ножками будут положены два или три древесных угля, способные для произведения светоносных явлений посредством гальвани-вольтовской жидкости, и если потом металлическими изолированными направителями (*directors*), сообщенными с обоими полюсами огромной батареи, приближать оные один к другому на расстояние от одного до трех линий, то является между ними весьма яркий белого цвета свет или пламя, от которого оные угли скорее или медлительнее загораются и от которого темный покой довольно ясно освещен быть может».

Гершун внимательно посмотрел на обложку книги.

Год издания 1803, опыты проведены в 1802 году. Нет никакого сомнения, что «весьма яркий белого цвета свет», появляющийся между углями, — это электрическая дуга, причем открытая на несколько лет раньше Дэви. И что очень важно, этот неведомый профессор прямо указывает: с помощью открытого им света «темный покой довольно ярко освещен быть может», то есть впервые недвусмысленно выдвигает идею электрического освещения.

По возвращении к занятиям Гершун рассказал о поразившей его находке Н. Г. Егорову и своим товарищам.

Немедленно были организованы поиски других трудов загадочного профессора Петрова. Большое число интереснейших работ Петрова обнаружилось в сборнике «Умозрительные исследования Санкт-Петербургской академии наук» и в многочисленных других трудах, в том числе в книге «О фосфорах прозябаемого царства и об истинной причине свечения гнилых дерев», где, в частности, высказываются интересные взгляды на природу люминесценции.[16]

О находке студента была напечатана заметка в «Электричестве». Труды Петрова стали внимательно изучаться, и тут выяснилось, что многие его идеи и исследования представляют не только исторический интерес.

Так благодаря случайному открытию Гершуна мировой науке стал известен первооткрыватель вольтовой дуги и первый в мире электротехник Василий Владимирович Петров. Теперь ни в одном солидном учебнике электротехники нельзя пройти мимо открытий Петрова, который уже практически во всем мире признается первооткрывателем вольтовой дуги и пионером электрического освещения. К сожалению, забвение Петрова в течение многих десятилетий было настолько глубоким, что не сохранилось ни портрета ученого, ни сколько-нибудь достоверных и подробных сведений о его жизни. Все, из чего

можно извлечь сведения о нем, — его труды и протоколы, бесчисленные академические протоколы…

Так вот, протоколы. В них — вся жизнь Петрова, по крайней мере та, которая относилась к науке, и даже отголоски жизни личной.

Первые протоколы свидетельствуют, что в 1795 году тридцатичетырехлетний Петров становится профессором в Санкт-Петербургской военно-медицинской (Медико-хирургической) академии, для чего ему пришлось прочесть специальную «пробную» лекцию, которая произвела, по-видимому, хорошее впечатление. Профессор Петров стал усиленно добиваться устройства в академии физического кабинета. «Рапорты», «представления», «донесения» Петрова начальству пожухлыми листами свидетельствуют о неописуемо трудной борьбе. Окружающие Петрова люди были бесконечно далеки от идей, связаных с устройством каких-либо кабинетов по физике. Порой кажется, что все эти документы — глас вопиющего в пустыне. Горячность иных строк — свидетельство отчаяния человека, неспособного проломить крепостные стены косности.

К физике тогда вообще относились весьма подозрительно. Считалось, что «физические науки… обращены на то, чтобы опровергнуть повествование о сотворении мира, о потопе и о других достоверных событиях, о которых священные книги сохранили для нас память».

Но вот в «рапортах» начинают изредка проступать мажорные нотки. Из анатомического кабинета удается добыть несколько первых приборов, затем — о радость! — удается получить деньги на заказ приборов и даже на выписку их из-за границы. Петров получает возможность купить несколько физических приборов у петербургских аристократов, баловавшихся науками (это было модно со времен Екатерины, которая «ужас как» любила, например, электрические опыты. Затем мода стала проходить). В 1797 году Петров приобретает у какого-то вельможи две электрические машины, «стекло которых имеет вид цилиндра», и электрическую машину, «коей стеклянный круг имеет в диаметре 40 английских дюймов, а медный кондуктор 5 футов длины и 5 дюймов в диаметре», а также коллекцию постоянных магнитов — коллекцию, которой суждено позже сыграть определенную роль в жизни Петрова. О своих покупках Петров делает донесение конференции академии, причем указывает, что многие экспонаты неисправны, нуждаются в переделке и ремонте (в одном из последующих донесений читаем, что «переправка», проделанная по указаниям Петрова, «произвела сильнейший успех»).

Хлопоты Петрова по поводу создания физического кабинета

были в самом разгаре, когда до Санкт-Петербурга дошли вести об опытах Вольта, об изобретении им нового, невиданного до тех пор источника электричества — вольтова столба. Петров интуитивно почувствовал важность проведения исследований с вольтовым столбом. Свидетельство этому — пожелтевший рапорт Петрова конференции академии: в нем обоснование непременной необходимости иметь в академии вольтов столб, чтобы можно было проводить в академии «опыты, которыми многие европейские физики начинают теперь заниматься гораздо с большим против прежнего радением».

Видимо, ходатайство прозвучало очень убедительно, потому что в решении конференции имеется пункт о выделении на нужды физического кабинета 300 рублей, причем 200 из них предназначались для заказа «гальванического прибора» из 200 цинковых и медных кружков, каждый диаметром около 25 сантиметров, а оставшиеся 100 рублей ассигнованы были на «хрустальные с медной оправой приборы с пьедестальцем для поддержания их (кружков) и ящик из красного дерева с особенными листами для укладывания порознь всех приборов».

Этот относительно небольшой столб был повторением, по существу, столбов, уже построенных к тому времени в Европе. Исследования на нем не удовлетворили Петрова — он не мог уже довольствоваться «салонными» небольшими «столбцами», чувствуя, что увеличение столба должно привести не только к количественному возрастанию эффекта, скажем, к увеличению длины искры, но и к принципиально новым открытиям. И поэтому Петров всеми возможными способами убеждает начальство отпустить средства на громадный, невиданный доселе нигде в мире столб. И… добивается.

«Огромной величины батарея», изготовленная по проекту Петрова, состоит из 4200 медных и цинковых кружков, то есть в 20 раз больше по количеству кружков, чем первый столб. Общая длина столба 12 метров. Выполнен он необычно — столб лежит в нескольких ящиках красного дерева, соединенных между собой изготовленным самим Петровым проводом и изолированным им же с помощью сургуча. Этот столб, вне всякого сомнения, самый крупный и совершенный в то время во всем мире.

Благодаря «лежачей» конструкции тяжелые металлические кружки не выдавливали жидкости, которой были пропитаны бумажные кружки, разделяющие цинковые и медные элементы. Именно выдавливание жидкости в «стоячих» дотоле известных столбах, как ни странно, препятствовало созданию особо крупных батарей. Остроумное решение Петрова открыло ему путь к постройке элемента, которого не знал еще мир, — «огромной

гальвани-вольтовой батареи».

Кстати, о том, как можно было оценить в то время «мощность» столба. Ни одного из приборов, которыми мы пользуемся сейчас для измерения электрического тока и напряжения, тогда не было — только через 30 лет Фарадей откроет принципы, на которых основано действие привычных нам вольтметров и амперметров. Так как же мог, например, Петров говорить о том, что у него «огромная наипаче» батарея, способная производить «приметно сильнейшие действия»? Оказывается, Петров использовал в качестве чувствительного вольтметра свой собственный палец. На пальце срезалась кожа, и оголенные провода подносились прямо к открытой ране — чем больнее и неприятнее было, тем, значит, мощнее батарея.

Когда собрана была впервые лежащая в ящиках красного дерева двенадцатиметровая электрическая анаконда, когда голое жало ее ввел Петров в свою умышленную рану, большое было для него страдание и счастье. Счастье потому, что открылись невиданные научные горизонты. И исследователем неведомого материка пришлось ступить Петрову в новую область — в область электричества, способного одарить его сильной и сладкой болью, способного быть могучим, способного быть полезным и вредным, в область электричества технического, в область электротехники.

Первые же опыты принесли успех. Батарея настолько мощна, что от внимательного глаза Петрова не могут скрыться искры, возникающие при разрыве цепи батареи. А если в месте разрыва — угольки, то между ними возникало «больше или меньше яркое пламя».

Вот оно — первое в мире упоминание о возможности использовать электрический свет! Из этой фразы родились наши спокойные вечера при удобном и мягком свете, наши светлые ночные улицы, видные, как рассказывают космонавты, даже из кабины космического корабля, несущегося на двухсоткилометровой высоте в холодном и темном космосе.

Но нет, фраза неточна: че стали труды Петрова настольной книгой грядущих электротехников-осветителей, не его имя связывалось с появлением у людей электрического света. Сейчас восстановлена истина: именно Петров — автор величайшего в истории человечества открытия, но открытия, не послужившего людям.

Лишь с опозданием чуть не в 100 лет Петров получил свою долю мировой славы. Но мне кажется, что вряд ли он был бы удовлетворен этим. Скорее всего ему горько было бы осознавать, что его открытие прошло незамеченным, когда оно было нужным. Приоритет Петрова стал очевидным только тогда, и слава его и

гордость наша возникли тогда только, когда электрические лампочки были уже обычным оборудованием, дешевым и надежным, ничем не примечательным и привычным.

Но перед тем как подойти к рассуждениям о причинах столь печального события, скажем несколько слов о том, что не только вольтова дуга и электрическое освещение были впервые замечены Петровым. Первый человек, взглянувший на электрические явления с позиций не физика, но техника-электротехника, описал, открыв, и многие другие важные технические приложения электричества. «Напоследок, посредством огня, сопровождающего течение гальвани-вольтовской жидкости, при употреблении огромной батареи, пытался я превращать красные свинцовые и ртутный, а также сероватый оловянный оксиды в металлический вид; следствия же сих опытов были такие, что упомянутые оксиды, смешанные с порошком древесных углей, салом и выжатыми маслами, при сгорании сих горючих тел иногда с пламенем принимали настоящий металлический вид…»

Если перевести фразу на современный технический язык, то окажется, что в данном опыте Петров положил начало электрометаллургии в дуговых печах, причем металлургии довольно изощренной даже по современным понятиям—действию электрической дуги Петров подвергал не просто окислы, а шихту из окислов металлов с углеродом (древесные угли, сало, масла — по существу, углерод, только в своеобразных формах и соединениях).

Насколько потрясающими «на безотрадном общем фоне», по выражению академика С. И. Вавилова, были эксперименты Петрова, можно лишь слабо представить, вспомнив, что в начале XIX века, когда Петров проводил свои опыты, не было известно ни одного технического приложения электричества, даже самого элементарного, не то что освещение или плавка в пламени дуги.

И все наблюдения и открытия, которыми чаял Петров принести пользу людям, остались неизвестными и практически бесполезными — можно ли представить себе большую трагедию для человека-творца?

Причин множество. Одна из них та, что все свои труды Петров писал по-русски. Многие видные профессора, впоследствии размышлявшие на тему «феномен Петрова», считали, что, будь труды Петрова написаны по-латыни, он сразу стал бы всемирно известным физиком.

Другая причина — общий низкий уровень науки того времени в России, «безотрадный фон», который отмечал академик С. И. Вавилов. Еще одна причина — «немецкое засилье» в Санкт-Петербургской академии.

Документы академии свидетельствуют, что в 1802 году, как раз во время работ, приведших к открытию электрической дуги, группа русских академиков Санкт-Петербургской академии вошла с представлением об избрании профессора Медико-хирургической академии Василия Петрова членом-корреспондентом академии. Подписали представление академики Севергин, Захаров, Озерецковский и Гурьев. Академик по кафедре физики Крафт подписать представление отказался. Однако протоколом академии бесстрастно засвидетельствовано, что Петров, несмотря ни на что, был избран. Академик Крафт и вообще вся немецкая группа не смирились и стали всячески препятствовать работе Петрова в академии. Первый же удар группа нанесла книге «О гальвани-вольтовских опытах», в которой была описана впервые в мире электрическая дуга, начала электрометаллургии и другие важнейшие эксперименты. Когда «Известие о гальвани-вольтовских опытах» вышло из печати, академик Крафт, сам физик посредственный, отказался представить Академии наук новую книгу Петрова, как того требовали правила.

Дальше — больше. В «Приложении к технологическому журналу Академии наук» Крафт публикует в 1805 году статью, в которой выставляет не члена-корреспондента и первого в мире электротехника В. В. Петрова первооткрывателем электрической дуги, а механика академических мастерских Меджера. В статье ни словом не упоминается о книге Петрова, вышедшей за два года до статьи, и о том, что там ужо была описана вольтова дуга.

Крафт и его группа шли на любые уловки, чтобы не подпускать Петрова к академической деятельности. Лишь в 1807 году избранный пять лет назад член-корреспондент получил первую академическую должность — «смотрение за физическим кабинетом и поддержание оного в надлежащем порядке совместно с академиком Крафтом».

После смерти Крафта в 1815 году мытарства Петрова не прекратились.

Непременный секретарь академии Фукс и вновь избранный академик Паррот (пользовавшийся покровительством Александра I), возглавлявшие «немецкую группу», не переставали атаковать Петрова, выставляя его нерадивым хранителем физического кабинета, обвиняя его в том, например, что в кабинете за время руководства им академиком (теперь уже) Петровым ослабли искусственные магниты!

Многочисленные «сообщения» Петрова, сохранившиеся в архивах академии, полны оправданий в связи с абсурдными обвинениями.

«1. Г. Академик написал в своем донесении, что будто бы в

физическом кабинете нет барометра, но я утверждаю, что сей академик видел три барометра…

2. Г. новый академик показал, что будто бы в физическом кабинете нет термометра, но я утверждаю, что он видел три термометра…»

И так — без конца. Мелкая травля, продолжавшаяся много лет, закончилась тем, что Паррот был назначен заведующим физическим кабинетом, а Петрову предложено сдать ключи от кабинета непременному секретарю академии Фуксу.

Петров стал было спорить, оправдываться, но президент академии приказал, поскольку Петров ключей от кабинета не сдает, «пригласить к себе члена Комитета академика Коллинса и в присутствии его открыть физический кабинет посредством слесарного мастера».

Так была прервана академическая деятельность первого электротехника, писавшего когда-то:

«Я надеюсь, что просвещенные и беспристрастные физики, по крайней мере некогда, согласятся отдать трудам моим ту справедливость, которую важность сих последних опытов заслуживает».

Лишь теперь, через много лет, Петров получил запоздалое признание. Академик Капица писал: «…нет никакого сомнения, что по своим научным открытиям Василий Владимирович Петров должен… занять одно из самых первых мест не только в нашей, но и в мировой науке как крупнейший физик-экспериментатор».

«Калиостро или что-нибудь приближающееся» и другие

Первые европейские путешественники в Африке недоумевали, каким образом известие об их приближении к какому-нибудь селению всякий раз доходило задолго до их появления. Выяснилось, что глухой шум гигантских барабанов, будоражащий душные южные ночи, нес в себе информацию, предназначенную для отдаленных племен. Это был настоящий телеграф, аналогичный древним европейским и азиатским «телеграфам», с той только разницей, что вместо гигантского рога — трембиты или карная — использовался барабан. Телеграф был весьма эффективным, слышен далеко, причем за счет изменения тона, «мелодии» и ритма можно было передавать сообщения различного значения. Во всяком случае телеграф негров, так же как и телеграф их собратьев на других континентах, был значительно более «информационен», чем «телеграф костров», широко применявшийся повсеместно, но способный нести лишь одно сообщение: костер горит — тревога, костер погас — все в порядке.

Такой же малой информационностью обладал и, если можно так выразиться, «парусный» телеграф, которым в в соответствии с древними мифами должен был воспользоваться Тезей, сын Эгея. Тезей, отправившись на Крит, в Критский лабиринт, где обитал чудовищный Минотавр, уговорился с отцом, что в случае победы над чудовищем поставит на своем корабле вместо черных парусов белые.

Однако Тезей, упоенный победой, забыл дать условный знак. Эгей бросился в море, названное впоследствии Эгейским. «Телеграф» Эгея мог нести лишь два сообщения, или, как сейчас говорят, лишь один «бит» информации.

Увеличить информационность сообщений, передаваемых на далекие расстояния, — вот задача, над решением которой бились лучшие умы многие века.

Так, по словам Полибия, Эней Тактик еще в IV веке придумал вид телеграфа, изготавливаемого следующим образом: на двух отдаленных друг от друга башнях устанавливались одинаковые сосуды с краном внизу. В сосудах плавали одинаковые поплавки с одинаковыми делениями, каждое из которых обозначало различное сообщение. Когда воин на первой башне взмахивал факелом, в обоих сосудах одновременно открывались краны, из сосудов с равной скоростью вытекала вода, уровень ее понижался,

опускались вместе с ней поплавки с линейками и скользили мимо указателей разные сообщения.

* * *

> Археолог Британского музея, работавший в Африке, слышал по ночам глухой гул барабанов. Однажды ему сказали, что «большой корабль белых людей утонул, много белых погибло». Это было, как оказалось впоследствии, сообщение о гибели «Лузитании», переданное с помощью барабанов на тысячекилометровое расстояние.

* * *

Но вот факел гаснет — оба сосуда перекрыты, и указатели их показывают на линейках одинаковые условные знаки — условные сообщения.

Римляне имели в древности оптический телеграф, причем они передавали буквы, которые обозначались различным сочетанием световых сигналов.

Этот же принцип использовал французский изобретатель Клод Шапп, по поводу изобретения которого Конвент 12 июля 1793 года созвал специальную комиссию и принял постановление о повсеместном его употреблении.

На описании строительства первой линии телеграфа, которое дал один из историков монархической ориентации, люто ненавидевший и революцию 1793 года, и революционеров, можно легко продемонстрировать классовый подход к событиям даже историков науки, которым, казалось бы, самой природой их деятельности суждено быть объективными:

> «Первая линия телеграфа была проложена между Парижем и Лиллем; она стоила Клоду Шаппу и его братьям страшных усилий; приходилось считаться с невежественным страхом перед непонятными сигналами крестьян, кое-где оказавших сопротивление силой устройству башен. Рабочих собирать было трудно, да и согласившиеся работать при каждом удобном случае разбегались на митинги и в процветавшие в то время политические клубы».

Телеграф работал ненадежно, наиболее употребительной фразой в обиходе телеграфистов и людей, пользовавшихся телеграфом, была: «Сообщение прервано вследствие тумана». В России подобный телеграф системы И. Кулибина в последний раз использовался вовремя Крымской войны, до сих пор развалины

башен оптического телеграфа можно встретить в окрестностях Севастополя. Остатки телеграфных башен разбросаны по всему свету. В частности, они, говорят, придают романтический отпечатав местности в районе Кейп-Код, любимому месту отдыха многих американцев.

* * *

Электрические изобретения никак не могли миновать искусства.

«Поп-артист» Лэс Ливни создал в 1968 году буквально «бьющее током» произведение. Оно состоит из сорока четырех оголенных проводков, по которым проходит электрический ток. «Дотронувшись до любого из них, посетитель получаст легкий удар, и тем самым ощущает прелесть шедевра всем своим телом».

* * *

С появлением в обиходе слова «электричество» и особенно со времени открытий Вольта и Эрстеда воображение многих было захвачено таким обстоятельством: электрический ток передается по проволочке и может воздействовать на большом расстоянии, куда эта проволока проложена, на магнитную стрелку. Это вызвало к жизни множество витавших в воздухе идей электромагнитного телеграфа. Так, еще Ампер писал: *«…с помощью такого количества проводов, сколько существует букв в азбуке, гальванического элемента, установленного вдали от стрелок и сообщающегося по желанию с концами любых проводов, можно устроить род телеграфа, и с помощью его передавать на любое расстояние, через любые препятствия, слова и фразы».*

Мысль чрезвычайно интересна; однако она была слишком очевидна и вследствие этого обладала существенной ограниченностью — каждую букву нужно передавать по своей линии — телеграфных линий нужно было дважды столько, сколько букв в алфавите.

Преодолеть барьер между правильностью идеи и практической моделью традиции малоинформационного «однобитного» телеграфа, родственного, по существу, древним кострам, с той только разницей, что костров столько, сколько букв в алфавите, суждено было известному русскому ученому Павлу Львовичу Шиллингу.

Вот каков был Павел Львович по словам одного из своих современников:

«Это Калиостро или что-либо приближающееся. Он и чиновник нашего министерства иностранных дел, и говорит, что знает по-китайски, что весьма легко, ибо никто ему в этом

противоречить не может… Он играет в шахматы две партии вдруг, не глядя на шахматную доску… Он сочинил для министерства такой тайный алфавит, то есть так называемый шифр, что даже австрийский так искусный тайный кабинет и через полвека не успеет прочесть! Кроме того, он выдумал способ в угодном расстоянии посредством электрицитета произвести искру для зажжения мин. В-шестых, — что весьма мало известно, ибо никто не есть пророк своей земли, барон Шиллинг изобрел новый способ телеграфа… Это кажется маловажным, но со временем и усовершенствованием оно заменит наши теперешние телеграфы, которые при туманной неясной погоде или когда сон нападает на телеграфщиков, что так же часто, как туманы, делаются немыми».

* * *

> Еще одна модификация африканского «телефона»: выдолбленный слоновый клык, способный воспроизводить семь различных тонов при помощи кружка из древесной коры, перемещающегося с внешней стороны на различных расстояниях от отверстия. Звуки рога слышны на расстоянии многих миль.

* * *

Вы обратили внимание, читатель, что изобретение телеграфа — в числе наименее важных его заслуг, оно названо последним. Лишь немногие видели в Шиллинге не столько дипломата, барона, сколько талантливого ученого. К последним относился, по-видимому, Александр Пушкин, числивший Шиллинга в числе своих друзей, наблюдавший за его научной деятельностью как раз в годы открытия электромагнитного телеграфа. По мнению кандидата исторических наук Н. Я. Эйдельмана, именно под влиянием Шиллинга Александр Сергеевич набросал строки:

> О, сколько нам открытий чудных
> Готовит просвещенья дух,
> И опыт — сын ошибок трудных,
> И Гений, парадоксов друс.

Это было в 1829 году, когда Шиллинг завершил работы по созданию первого электромагнитного телеграфа, в котором нужные буквы определялись по положению магнитных стрелок. Для передачи сообщений использовалось восемь проводов. Впоследствии сам Шиллинг сократил количество проводов до двух. Главное, принципиальное отличие телеграфа Шиллинга в

том, что он использовал меньшее число пар проводов, чем число букв в русской азбуке, путем введения особой электромагнитной схемы — принцип, принятый всеми позднейшими изобретателями.

* * *

> Из воспоминаний одного охотника-изобретателя. 1895 год. «Я охотился в различных районах Индии, причем стрелял в основном тигров. Лучший способ охоты в джунглях — это соорудить в ветвях платформу, а где-то под ней положить коровью тушу. Над коровой я укрепляю электролампочку, к ней подвожу провода от шести крупных элементов. Когда тигр начинает рвать корову, я внезапно включаю свет. Пока тигр обдумывает, откуда бы мог взяться этот свет, моя пуля застревает у него между глаз, и все дальнейшее его мало интересует».

* * *

Распоряжением Николая I телеграф П. Л. Шиллинга был приспособлен для сообщения Зимнего дворца с кабинетами министров. Успех предприятия натолкнул царя на мысль соединить телеграфом Петергоф и Кронштадт, проложив по дну Финского залива кабель. Кстати говоря, первый в мире подводный кабель был использован именно Шиллингом уже при прокладке его первых телеграфных линий.

Телеграф Шиллинга был хорошо известен за рубежом. Многие иностранцы видели его в работе и, пользуясь тем, что телеграф не был защищен никакими патентами, беззастенчиво заимствовали из него технические решения. Так, англичанин Кук, видевший телеграф Шиллинга на одном из съездов естествоиспытателей, вместе с известным физиком Уитстоном получил в 1837 году патент на телеграф, по существу, повторяющий шиллинговский. В том же году телеграф, уже под новым именем, стал использоваться на бирмингамской железной дороге.

В 1835 году Россию посетил Сэмюэл Морзе. Увидев телеграф Шиллинга, он расстроился — настолько схема Шиллинга была близка к той, которую он еще только намеревался создать. А проект прокладки по дну Финского залива кабеля и соединения Петергофа с Кронштадтом при помощи телеграфа был по тому времени просто фантастичен. К сожалению, осуществиться проекту суждено не было — работы прекратились в 1837 году со смертью Шиллинга.

Завершить работы по созданию простой и надежной схемы телеграфа с двумя проводами выпало американскому художнику

Сэмюэлю Морзе. Морзе решил, что не обязательно передавать по проводам различные сигналы, соответствующие каждой букве алфавита, — оказалось возможным передавать по проводам всего два сигнала — длинный (тире) и короткий (точка), но в разных сочетаниях. При этом можно было обойтись всего лишь двумя проводами. Другими находками Морзе были: использование электромагнитных реле, что давало возможность вести связь на любых расстояниях, введение ключа и пишущего устройства. По телеграфу, наконец, стали передаваться именно «телеграммы» — примерно в том виде, как мы получаем их сегодня, но с той разницей, что в них вместо букв в причудливом порядке выстраивались точки и тире. Преобразование «азбуки Морзе» в обычный алфавит производится автоматически с помощью специальных аппаратов, и поэтому, хотя по линии по-прежнему передаются точки — тире, на ленту печатаются сейчас слова, написанные обычными буквами.

Как известно, свет — это электромагнитные волны весьма малой длины, и мы не выйдем из рамок книжки, рассмотрев короткую, но весьма поучительную историю, касающуюся взлетов и падений оптического телеграфа, который является в некотором смысле разновидностью телеграфа электромагнитного. История эта интересна прежде всего тем, что наглядно демонстрирует возвращение к одной и той же идее через большие промежутки времени, причем каждое новое возвращение имеет место на более высоком уровне.

Первые оптические «телеграфы» — обычные костры.

Костры в древности — почти всегда символы тревоги, вестники жестоких набегов и других напастей.

Чтобы костры были видны дальше, устраивали специальные курганы. На юге России таких курганов — десятки. Днем, чтобы было лучше видно, в костры бросали сырые ветки. В Запорожской сечи курганы заменялись специальными вышками, на которых всегда лежала впрок «телеграфная» солома.

В средние века существовали «стены связи». Каждая передаточная станция состояла из двух зубчатых стен.

В промежутках между зубцами жгли факелы. Если, например, в первой стене горели два факела, в другой — три, то это значило, что из разбитого на группы алфавита нужно было взять из второй группы третью букву.

Такая система шифров давала возможность передавать любые, лишь бы не длинные, сообщения — ведь буквами можно выразить не только одно (Караул! Враги!), а бессчетное число понятий.

А в 1794 году наш известный самоучка — изобретатель Иван

Петрович Кулибин (кстати говоря, сделавший первые русские электростатические машины) предложил более простую систему, в которой вместо двух стен была система двух планок. И это было естественно, потому что тогда появились подзорные трубы, и задача пользования оптическим телеграфом существенно упростилась — костер стал не обязательным, так же как и факел, станции связи стало возможным ставить друг от друга на значительном расстоянии.

Первый семафорный телеграф поначалу назывался «тахиграф», скорописец, но потом не соответствующее суровой правде жизни название упразднили и назвали устройство скромно, но с достоинством — «телеграф» — дальнописец.

Однако лишь только появился телеграф электромагнитный, все линии оптического телеграфа, так сказать, «потухли»: преимущества электромагнитного телеграфа — быстрота и надежность сообщений, а также независимость передачи сообщений от состояния небесного свода — были очевидными.

И вот 22 января 1966 года «Известия» сообщают:

> «В Москве лазеры и приемники света, установленные на одной из башен МГУ и на вышке АТС на Зубовской площади, создали «световой мост» между абонентами телефонных станций АВ-9 и Г-6. Многие из владельцев этих телефонов, сами того не зная, разговаривают друг с другом по световому лучу».

Лазерная связь, осуществленная впервые всего два десятилетия назад, связь с помощью светового пучка, снова воскресила идеи оптического телеграфа, но, разумеемся, на гораздо более высоком уровне — эта связь практически не имеет помех — качество вне конкуренции; кроме того, по одному лазерному лучу можно одновременно вести несколько десятков телефонных разговоров. Таким образом, количественная сторона дела также отнюдь не проиграла.

Через океан за двенадцать лет

Несколько лет назад издательство «Знание» выпустило хорошо оформленную книжку «Американские ученые и изобретатели» — перевод «Иллюстрированной истории американской науки и изобретательства» Митчела Уилсона, известного американского писателя, чья книга «Живи с молнией» («Жизнь во мгле») была и в Америке, и у нас в стране очень популярна. Менее известен Уилсон как физик, хотя специалисты высоко оценивали его деятельность в качестве одного из помощников Энрико Ферми. «Иллюстрированная история» — книга, вобравшая в себя лучшие стороны Уилсона как писателя и как ученого.

К сожалению, это издание книги Уилсона было сокращенным. Среди опущенных глав — и история прокладки первого телеграфного кабеля между Европой и Америкой — одно из драматических событий истории электротехники, эмоциональное впечатление от которого, быть может, приближалось к оценке факта открытия радиосвязи Поповым: воочию наступала новая техническая революция — революция связи.

Буквально через несколько дней после того, как Сэмюэл Морзе показал, что с помощью его простого и надежного устройства можно передавать сообщение на несколько сот метров, родилась идея соединить вновь изобретенным телеграфом Англию и Францию. Основным «носителем» идеи был англичанин Уитстон, который с 1837 года пытался убедить кого-нибудь финансировать это предприятие.

Однако дело было не столько в финансировании, сколько в изоляции кабеля. Ни одна изоляция того времени не могла выдержать сколько-нибудь длительного пребывания в морской воде. И когда известный немецкий инженер Вернер Сименс предложил изолировать подводный кабель гуттаперчей — отвердевшим соком малайских деревьев, — проблема была решена очень быстро.

Сразу же нашлись и люди, готовые вложить деньги, и инженеры. В 1850 году кабель был успешно проложен по морскому дну между Дувром и Кале на расстояние около 30 километров. Историки сообщают, что по этому кабелю была передана «только одна телеграмма или около того, после он выбыл из строя. Вторая линия, проложенная через год, была более живучей». А затем предприниматели провели еще несколько подводных линий.

Нужно было обладать большой отвагой, чтобы после

небольшого и не слишком удачного опыта подводной передачи предложить перекинуть по океанскому дну кабель между Европой и Америкой. Отвага нашлась у ничем ранее не примечательного торговца бумагой, тридцатипятилетнего Сайруса Филда. Эйнштейн правильно и удивительно точно обрисовал подобные ситуации:

> «Все знают, что это невозможно. Но вот приходит невежда, которому это неизвестно — ои-то и делает «открытие». Это высказывание в большой мере приложимо к Сайрусу Филду. Единственным его теоретическим багажом в области телеграфа была беседа с Морзе, который, разумеется, и понятия не имел о сложности подобного предприятия — он все-таки был художником.
>
> Что двигало Сайрусом Филдом? Желание облагодетельствовать народы двух континентов? Романтические грезы юности? Стремление служить науке? Трудно судить о таких тонких материях через 100 лет — остались только отчеты о работе и воспоминания с минимумом психологических ретроспекций. Скорее всего Сайрус Филд был предприимчивым человеком, бизнесменом, которому было все равно, в какой области добиваться успеха Прокладка кабеля показалась ему делом стоящим, беседа с Морзе укрепила его теоретически, и он решил действовать, ослепленный призраком легкого успеха. Нужно отдать ему должное — он был прекрасным организатором. Он сумел убедить нескольких ньюйоркских бизнесменов, стоть же мало разбиравшихся в технических тонкостях, сколь и он, вложить свои капиталы в созданную им «Ньюйоркскую, Ньюфаундлендскую и Лондонскую электрическую телеграфную компанию».

Собрано было полтора миллиона долларов.

Сразу же Филд отправился в Англию — покупать кабель: своего кабеля в Америке тогда еще не выпускали.

Но в Англии его тоже было немного. На первое время удалось купить всего 55 (!) миль. Решено было начать, несмотря ни на что. Это было летом 1855 года.

Летом 1855 года из Ньюфаундленда вышел по направлению к Старому Свету небольшой пароход «Джеймс Эйджер», сопровождавший, или, лучше сказать, тащивший трехмачтовый парусник «Сара Бриан», на котором были установлены бобины с кабелем.

Дела шли плохо. Сначала была задержка на несколько дней из-за погоды. Потом из-за сильного волнения разорвался линь, соединявший два судна. На следующий день слабенький паровик был снесен с курса течением, а поднявшийся затем десятибалльный ветер крутил корабли, как бумажные. Чтобы спасти корабли, пришлось обрубить кабель топором и оставить на дне уложенные 40 миль.

Вынужденное отступление не прошло зря. Более тщательно были изучены розы ветров, карты морских течений, рельеф дна. Следующим летом — новая попытка.

Летом 1856 года решено было начать укладывать кабель со стороны Англии. Поскольку из полуторамиллионного капитала компании осталось к тому времени только полмиллиона, решено было компанию расширить. Новая компания назвала себя «Атлантической телеграфной компанией Великобритании». Капитал ее возрос до двух миллионов. Более того, Филд привлек на свою сторону английское правительство, пообещав ему предпочтительное право пользования кабелем по окончании работ. Такие же права и обязанности Филд разделил с американским правительством. Америка выделила для постройки самый большой свой корабль «Ниагара» и посыльное судно «Саскеханн». Эти корабли встретились с выделенными Англией «Агамемноном» и «Леопардом» у берегов Ирландии 14 августа. Кабель был укреплен на берегу, и эскадра двинулась по направлению к Новому Свету.

Глубина быстро увеличивалась, и через четыре дня под килями кораблей было уже две мили. В эту глубину тихо сматывался с гигантского кабестана трехсантиметровой толщины кабель. Внезапно медная жила кабеля не выдержала нагрузки, и кабель пошел на дно. Его не успели поймать.

Корабли возвращались в Ирландию, приспустив флаги.

Через год Филд решает повторить попытку. На этот раз английские и американские корабли встречаются как раз на полпути, в Атлантическом океане, причем каждая группа имеет ровно половину общей длины кабеля. Кабели сращиваются или, по-морскому, «сплеснюются» непосредственно в океане, а корабли расходятся: «Ниагара» — в Америку, «Агамемнон» — в Англию. Уже через три мили сигналы проверки исчезли — пришлось вернуться и делать новое сращивание. Разошлись. Сигналы исчезли через 40 миль. Вырезали некачественный кусок, срастили снова. Через 200 миль кабель оборвался. Эскадра отправилась в Ирландию доказывать дирекции компании безнадежность затеи.

Тогда Филд сам погрузился на «Ниагару» и распорядился начать все сначала. 17 июня 1857 года корабли опять встретились

посреди океана. Погода была великолепная. Все ладилось. Уже через неделю впередсмотрящие на «Агамемноне» и «Ниагаре» крикнули; «Земля!»

Предприятие завершилось благополучно. В Америке событие отпраздновали на славу. Звонили колокола, гудели заводские гудки, зажгли фейерверк, вывесили флаги.

В праздничном ажиотаже не обратили внимания на то, что уже вторая половина краткого приветствия королевы Виктории американскому президенту принималась по новому кабелю чуть ли не несколько часов. Кабель умирал на глазах операторов. Возможно, это была самая дорогая телеграмма в истории. Кое-кто утверждал даже, что этой телеграммы вообще не было.

Когда через несколько месяцев окончилось расследование причин неудачи, было заявлено, что рабочие, производившие изолировку, нарушили инструкции, подвергая гуттаперчу воздействию солнечных лучей. Филд был расстроен, но не настолько, чтобы позабыть про атлантический кабель, ставший теперь делом его жизни.

Новая попытка состоялась лишь через восемь лет.

Громадный, специально оборудованный пароход «Грит-Истерн» и три посыльных судна снова отошли от Ирландии со своим ценным грузом. В море выяснилось, что кабель во многих местах подпорчен. Говорили, что это сделано было подкупленными рабочими. Тем не менее каждый раз неисправность замечалась, спешно устранялась, и спуск кабеля в волны продолжался.

С 23 июля по 2 августа было уложено в общей сложности около 1 200 миль кабеля. Именно 2 августа кабель в очередной раз оборвался. Его начали поднимать с глубины полутора миль, но волнение моря было очень сильным, кабестан заклинило, и он вышел из строя. Кабель вырвался из захватного приспособления и снова утонул. Провели драгирование дна, снова нашли лежащий на дне кабель, но не смогли поднять его, так как не было подходящих канатов и мощных якорей. Оставили буй и возвратились в Англию, приспустив флаги.

Акции компании начали падать. Тогда Филд (какая великолепная настойчивость!) организует еще одну компанию, «Англо-Американскую компанию», которая тотчас же оснащает «Грит-Истерн» новым оборудованием.

Забыты огорчения, Филд дает новые директивы.

Еще через год, 7 июля 1866 года, «Грит-Истерн» снова отправляется из Ирландии с двумя с половиной тысячами миль нового кабеля на борту. Кажется, все ошибки прошлого учтены. Через несколько дней достигнута злополучная точка, где утерян

прошлый раз кабель.

Новый кабель пока спокойно сматывается с кабестана.

Когда появилась земля, это было уже несколько неожиданным — не могло все сойти так гладко. Но сошло. 27 июля в 9 утра Сайрус Филд ступил на землю Америки.

Рядом с ним матросы тянули последний участок кабеля уже по берегу.

Но снова «Грит-Истерн» па глазах у изумленной публики выходит в океан.

Пароход идет к тому злополучному месту, где в прошлом году затонул кабель, матросы специальными захватами драгируют дно, находят кабель, сращивают его с куском, имеющимся на борту, направляют пароход к Ньюфаундленду и через несколько дней заканчивают на берегу прокладку второго кабеля!

По иронии судьбы именно этот второй кабель, уложенный рвущимся к реваншу Филдом, оказался гораздо более работоспособным. Первый кабель через короткое время испортился. А второй простоял, вернее, пролежал на дне океана, на «телеграфном плато», исправно работая, несколько десятилетий.

Нужно сказать, что хотя кабель был исправен, работа телеграфа вызывала нарекания. Роясь в старых журналах, я нашел много зубоскальства по этому поводу.

Фельетонисты писали, что пользоваться телеграфом ненадежно, потому что когда нужно, например, передать поздравление военному с новым чином, обязательно получалось: «с новым сыном», а когда нужно было передать, что кто-то обвенчался, получалось: «скончался».

В своих «Письмах с воздушного шара» Эдгар По переносит читателя из года 1848-го, когда «Письма» писались, в год 2848-й — ровно на тысячу лет вперед. Отрывок из «Писем» настолько характерен, что трудно его не вспомнить, хотя его уже не раз использовали писатели-популяризаторы.

> «Воздушный шар «Жаворонок», 1 апреля 2848 г.
>
> Я изнываю на грязном воздушном шаре с компанией человек сто или двести… Мы делаем не белес ста миль в час… Сегодня переговаривались со станцией плавучего телеграфа. Говорят… никто не верил в возможность проложить проволоку по морю. И теперь… что бы мы стали делать без атлантического телеграфа!»

Прокладка трансатлантического кабеля, таким образом, откладывалась Эдгаром По от времени, когда он жил, чуть не на

тысячу лет, да и то была в числе больших достижений для 2848 года.

Писатели-популяризаторы приводят в своих книгах этот отрывок для иллюстрации величины скачка, сделанного техникой в следующие за написанием «Писем» годы. Можно, однако, посмотреть на строки Эдгара По с другой стороны — со стороны чрезвычайно быстрого роста интеллекта и возможностей человека в результате именно электротехнических открытий. В качестве анекдотического случая, прекрасно тем не менее иллюстрирующего состояние обывательского интеллекта того времени, можно привести случай с членом Российской Академии наук Иосифом Христиановичем Гамелем, который Министерством народного просвещения направляется в 1853 году, говоря современным языком, «на стажировку» в Америку для ознакомления с состоянием науки в той стране и в особенности с «системой телеграфических сообщений посредством гальванического тока на суше и через моря и реки».

Представление на Гамеля было передано для утверждения царю Николаю I. Тот начертал:

«Согласен: но обязать его секретным предписанием отнюдь не сметь в Америке употреблять в пищу человеческое мясо, в чем взять с него расписку и мне представить».

На что Гамелю пришлось представить царю следующий документ:

> «Я, нижеподписавшийся, во исполнение объявленного мне в секретном предписании Господина Товарища Министра Народного просвещения от сего числа Высочайшего Государя Императора повеления дал сию собственноручную подписку в том, что во время предстоящего путешествия моего в Америке я никогда не посмею употреблять в пищу человеческое мясо.
>
> Академик, действительный Статский Советник Иосиф Гамель.
>
> С.-Петербург, 24 апреля 1853 года».

Так что в известном смысле и неосведомленность Эдгара По, и дремучее невежество государя были явлениями одного порядка, проистекавшими в большой мере и из невообразимых трудностей сообщения. Именно развитие телеграфа, телефона, потом радио и телевидения привело к грандиозному информационному скачку человечества, полностью изменило его жизнь.

С открытий Франклина, Вольта, Эрстеда, Фарадея, Шиллинга, Морзе начинается новый, качественно иной период развития

человечества. Мир, опутанный электрическими проводами, где сообщение с далекими континентами занимает секунды, где наиболее тяжелые работы совершают электрические рабы человека, не может не отличаться от мира, где действует пар, где ямщики понукают уставших лошадей, где государь-император Всероссийский в 1853 году полагает, что в Америке в это время употребляли в пищу человеческое мясо.

Мы можем разговаривать сейчас с абонентом из Братиславы или Ленинграда так, как если бы он находился в соседней московской квартире. Через космос передаются цветные передачи из Парижа и Владивостока. Все мы с поразительной четкостью видели фантастический прыжок Биймона на 8,90 метра в тот же самый момент, когда его видели зрители в Мехико-сити, и причем видели, наверное, лучше, чем гости XIX Олимпийских игр в Мехико, поскольку спортсмен снимался с близкого расстояния, не достижимого для сидящих на трибунах зрителей.

А система связи становится все совершеннее и совершеннее. Чуть не каждый день запускаются новые спутники связи. Прокладываются новые проводные линии.

С 1850 года, когда под Невой пролегла первая у нас подводная линия, их проведено уже сотни тысяч километров. Прокладка трансатлантического кабеля была пробным камнем. Уже в сентябре 1867 года «Московские ведомости» сообщили:

> «Париж. Французское правительство разрешило одной англо-французской компании провести новый трансатлантический телеграф из Бреста в Сен-Пьер, Микелон, а оттуда в Нью-Йорк. Погрузка каната будет поручена пароходу «Грит-Истерн», который успешно проложил первый канат. Работы начнутся в мае будущего года».

С тех пор через Атлантический океан проложено более двух десятков телеграфных кабелей. Это большое техническое достижение. Ведь, во-первых, кабель на громадном протяжении должен не то что не иметь разрывов, но и мельчайших нарушений в защитном слое — иначе соленая вода быстро сведет все усилия на нет.

Кабель должен противостоять неимоверным давлениям воды: на 10 метров глубже — на килограмм больше давление. На пятикилометровой глубине на каждый квадратный сантиметр давит полтонны. Если бы корпус плывущей на этой глубине подводной лодки был сделан из лятнадцатимиллиметровой стали, лодка мгновенно превратилась бы в лепешку. А волны? Они на отдельных участках действуют на кабель с такой силой,

что лебедочный трос был бы порван, как нитка. Уже не говоря о чисто технических, точнее, электротехнических трудностях.

* * *

В развалинах дворца в Перу найден «телефон» тысячелетней давности. Это — два тыквенных сосуда, соединенных туго натянутой бечевой.

* * *

В последнее время на дно океанов стали ложиться первые метры телефонных кабелей. Первый был уложен в 1956 году между Шотландией и Канадой на расстоянии 4200 километров. Примерно через 40 километров вместе с кабелем утоплены вделанные в него ламповые усилители, каждый из которых, усилив поступивший сигнал в миллион раз, передает его по эстафете следующему усилителю. Проложен и кругосветный телефонный кабель длиной 50 тысяч километров!

Зачем кабели? Почему не годится радио?

Дело в том, что радиосвязь подвержена влияниям и погоды, и атмосферного давления, и времени суток, и времени года. А грозы, а магнитные бури? Для того чтобы избежать непредвиденностей, в особо ответственных случаях наряду с радиолиниями тянутся по дну океанов, через реки, поля и пустыни телефонные кабели.

«Горячая линия» между Кремлем и Белым домом — это телефонная линия по кабелю, идущему через Хельсинки, Стокгольм, Копенгаген, Лондон, затем — по дну Атлантического океана — в Нью-Йорк и затем в Вашингтон.

Постройка трансатлантического телеграфа, прокладка линии по «телеграфному плато» на дне Атлантического океана воздействовали на умы людей совершенно особым образом. Человек почувствовал свои силы — его власть над своей планетой внезапно обрела новый символ. Был преодолен психологический барьер, любая задача казалась по плечу.

Мир, опутанный паутиной кабелей, жужжащий миллионами разговоров, музыкой, морзянкой, «SOS», мир, едва успевающий поглощать выработанную им же информацию, — такой предстает сейчас мысленному взору наша голубая планета.

Всего лишь 100 с небольшим лет назад она была безмолвной…

* * *

Телеграфные линии, установленные на столбах, начали перешагивать большие расстояния, связывая города, области, страны. Трудности, которые пришлось

преодолевать на этом пути, были порой неожиданны. Так, норвежцы показывали в своем павильоне на электротехнической выставке 1881 года столбы, не подвергающиеся разрушению дятлами и не поддающиеся выдергиванию медведями, «принимающими гул в телеграфных проводах за гул улья».

Волки врагами телеграфа не были — они боялись проходить под проволокой, принимая, видимо, ее за не слишком искусную ловушку.

Электричество со знаками «плюс» и «минус»

Изобретение и усовершенствование электрической машины и как следствие возможность получения больших количеств электроэнергии относительно простым путем оказали поистине магическое влияние на изобретателей. Слово «электрический» стало ставиться буквально перед всеми понятиями повседневной жизни.

Именно тогда в Европе появились первые электрические утюги, электрические звонки, электрические плиты, электрические органы, электрические силки, электрические ружья, электрические хлысты для выездки лошадей, электрические зонды для поиска пуль в телах раненых, электрические сети для ловли рыбы и т. д. и т. п.

Американские изобретатели тоже внесли свою лепту в новое увлечение, предложив в числе прочих устройств электрический стул. В качестве прототипа они использовали установку для убоя скота. Устройство было предельно простым: деревянный стул с захватами и два электрода. На электроды с помощью выключателя дежурный электротехник (чуть не написал «палач») подает 2 тысячи вольт переменного тока.

По замыслу авторов, этот метод должен был продемонстрировать всему миру гуманность американского правосудия: традиционные французская гильотина, английская виселица, испанская гаррота и безотказный китайский способ отрубать мечом голову, ухваченную предварительно за косу, должны были смениться новым, более прогрессивным способом. Уже в январе 1896 года власти штата Огайо издали закон об обязательном применении электрического стула.

Первым под действие этого закона попал убийца Кеммслер. Авторы изобретения с волнением собрались в Аусбурнской тюрьме Нью-Йорка, где должно было состояться испытание их детища «в работе». Вот преступник зажат в кресле. Включается ток. Через 17 секунд после этого преступник был, по-видимому, еще жив. Пришлось включить ток более высокого напряжения и на длительное время. Еще долго и мучительно «эксперимент» доводили «до конца». Казнь вызвала много протестов со стороны американской и мировой общественности.

Электрический стул и по сей день является непременным атрибутом американских тюрем. Он стал одним из ярких символов американского образа жизни, а после казней Сакко и

Ванцетти, Этели и Юлиуса Розенберг в это понятие был вложен новый, совершенно определенный смысл.

Широкое распространение переменного тока высокого напряжения вызвало волну протестов со стороны невежественных людей. Как ни странно, дирижировал этим хором Томас Альва Эдисон, на этот раз выступавший не в качестве великого изобретателя, а как владелец акций компании, производящей и эксплуатирующей оборудование постоянного тока. Эдисон даже внес в сенат штата предложение издать закон, запрещающий применение переменного тока как богопротивного, опасного и аморального. Эдисон говорил на митингах:

— Меньшей опасности подвергались бы города, закопавшие в самом своем центре громадные количества нитроглицерина, чем помещающие под землей провода переменного тока высокого напряжения!

Его союзники (в основном совладельцы акций компании) подтверждали эту опасность тем, например, что 23 ноября 1890 года, наступив на крышку люка, где был уложен кабель, мгновенно сдохла лошадь; в подобных иллюстрациях недостатка не было.

Именно вмешательством Эдисона объясняется и факт введения электрического стула в практику американского правосудия. Дело в том, что это зловещее устройство действовало на переменном токе, и Эдисон рассчитывал на психологический эффект.

Здравый смысл в конце концов взял верх — переменный ток до сих пор является основным видом тока. Но проблема осталась: проблема безопасности при работе с электрическими токами как постоянными, так и переменными (кстати говоря, специалисты считают, что постоянный ток опаснее).

Врачи должны были как можно скорее решить задачу безопасности людей, работающих с электрическими токами. Один из врачей, доктор Вебер из Цюриха, решил провести эксперименты на себе. Он создал небольшую установку переменного тока частотой 50 герц, в которой можно было получать напряжения разной величины. Оголенные концы, идущие от установки, Вебер держал в руках.

30 вольт — руки до предплечья парализуются, но есть возможность слабо шевелить пальцами. Согнуть руки невозможно. Вебер смог выдержать все это не более 10 секунд, после чего оторвать руки от оголенных концов стоило громадных усилий.

50 вольт — руки парализуются, выдержать можно лишь в течение 2 секунд.

90 вольт — руки парализуются так сильно, что оторвать их невозможно. Прибор отключен ассистентом.

Опыты проводились в самых неблагоприятных условиях: с влажными руками, стоя без обуви на полу. Другие опыты — с сухими руками, в сухих сапогах — показали, что можно безопасно касаться одного оголенного конца, находящегося под напряжением до 1300 вольт относительно земли.

Подобные эксперименты проводились и русскими врачами. В результате были разработаны научно обоснованные нормы безопасности при работе с электрооборудованием. Если бы эти нормы строго соблюдались и руководителями предприятий, и рабочими, несчастные случаи с электрооборудованием при работе практически исчезли бы. Почти все поражения электрическим током происходят из-за халатности. Само электричество тут ни при чем.

Но не всегда поражение электричеством — нежелательное явление. Проблема борьбы с сельскохозяйственными вредителями поставила задачу и перед электротехниками. Вот как справились с ней украинские ученые.

«Мы установили в садах, — говорит Б. Р. Лазаренко, — специальные светильники, излучающие световые волны разной длины, на разной высоте от почвы. Ведь главная часть вредителей — вечерние и ночные бабочки…

Выяснилось, что для каждого вида вредителей нужна своя оптимальная длина световой волны, своя наилучшая высота расположения источника излучения. Установив наиболее подходящие параметры для всех деталей нашей установки, мы снабдили ее крестообразными двойными сетками, на которые подали высокое напряжение.

Попадая между нитями, — а насекомые, прилетев на зов луча, неизбежно начинают кружиться вокруг источника света, — они замыкают контакт, и крошечная искра уничтожает вредителя.

По утрам, выходя в сады к нашим установкам, мы находим около них на земле тысячи убитых вредителей.

Каждая из этих установок привлекает к себе вредителей садов с расстояния до километра. Оказалось, что они уничтожают около 200 видов вредителей садов, более 100 видов лесных вредителей, а всего — около 500 видов различных вредных насекомых! При этом установки абсолютно безвредны для полезных насекомых, например для пчел, которые летают днем, а не ночью.

За короткие часы летней ночи каждый такой «фонарь» уничтожает несколько тысяч насекомых. Кстати, очень скоро их останки к утру стали исчезать: наши ловушки пристрастились

навещать лягушки, мыши, ежи — природные союзники человека. Им понравился даровой обед, поставляемый нашими аппаратами».

Приведенный текст свидетельствует о могуществе техники и о том, что нам наверняка удастся собирать в наших садах еще более высокие урожаи и яблок, и миндаля, и инжира, и всего, чего мы пожелаем. Но не настораживают ли вас, читатель, слова о 500 видах насекомых?

Здесь, быть может, окажутся небесполезными исследования, проведенные в Институте энтомологии в Лейпциге (ГДР), где удалось записать на магнитную ленту и ленту осциллографа радиосигналы, которые посылают комары. Оказалось, что у комаров различные, характерные для каждого отдельного вида длина волны, форма импульсов и другие характеристики. Например, горные комары «переговариваются» на волнах длиной 14–17 миллиметров, а болотные и полевые используют диапазон волн длиной 13–14 миллиметров. Удалось даже уловить разницу между радиосигналами, посылаемыми самцом, самкой, комаром, наполняющим желудок, и голодным. Удалось даже записать «храп» спящего комара!

Вероятно, такие записи можно использовать для подманивания к ловушкам определенных (и только определенных) категорий насекомых, относительно которых точно доказано, что их уничтожение не принесет человеку ничего, кроме пользы.

…Список жертв электричества несколько лет назад пополнился строкой, входящей одновременно в список жертв исследователей космического пространства.

Это было 27 января 1967 года. Лифт поднял в небо троих. В капсуле космического корабля «Аполлон» они должны были провести несколько часов, привыкая к новой обстановке, лежа в сделанных специально по их телам креслах — ложементах, дыша чистым кислородом на вершине громадной ракеты «Сатурн-1».

Лифт поднял в небо троих, спускать было некого.

Непосредственной причиной взрыва и пожара в кабине была электрическая искра. Она проскочила между двумя кусочками меди в поврежденном проводнике под сиденьем Гриссома.

Обогащенная кислородом атмосфера и горючие материалы обшивки, казалось, только и ждали этой искры.

Все занялось в один миг, и кабина моментально превратилась в пылающий ад. От астронавтов поступило лишь несколько слов: «Кажется, мы горим», «В кабине пожар!» и крики ужаса. За 20 секунд все было кончено.

Чьи-то обгоревшие пальцы остались на внутренней стороне

крышки люка. Но спасение было невозможным — люк можно было открыть в спокойных условиях минуты за две. А этих двух минут ни у спасателей, ни у астронавтов не было.

Горький урок извлекли конструкторы кабины из этого случая: необходимо изменить состав атмосферы, необходимо создать быстродействующую систему аварийного выхода космонавтов и, конечно, необходимо еще более тщательно проверять всю электрическую схему космического корабля. Наш верный друг электричество может при неосторожном с ним обращении превратиться в опасного и коварного врага.

Ждет ли нас нашествие электромобилей?

Незадолго до своей трагической смерти от пули убийцы кандидат на пост президента Соединенных Штатов сенатор-демократ Роберт Кеннеди, говоря о задачах, стоящих перед его страной, сказал: «Мы должны изучить возможности электромобиля. Последние достижения в области электрических аккумуляторов для ракет и подводных лодок могут быть использованы для создания электромобилей — автомобилей, движущихся с помощью электричества». И эта задача ставилась сенатором наряду с такими, как окончание вьетнамской войны, война с бедностью в Соединенных Штатах, решение негритянского вопроса.

Возможно, это закономерно. Автомобиль, «сделавший» Америку, вполне способен ее погубить. 100 с лишним миллионов фабрик для производства ядовитых газов, поставленных на колеса, грозят здоровью населения Соединенных Штатов. 100 миллионов тонн (!) отработанных газов выброшено этими урчащими чудовищами в атмосферу американских городов — чуть не тонна на каждую машину! Недаром наблюдается сейчас повальное бегство богатых американцев из душных городов в зеленые пригороды, где воздух чище.

Примерно 10 процентов топлива, заправленного в машину, не сгорает и превращается в выхлопные газы. В их составе — окись углерода, бесцветный газ, вытесняющий из крови кислород. В Лос-Анджелесе и Детройте, в Мадриде и Мехико в часы пик содержание окиси углерода на улицах становится настолько большим, что иных пешеходов, оказавшихся в местах наибольшего скопления его, приходится на машинах «скорой помощи» отправлять в больницу.

Кроме того, в выхлопных газах содержатся разнообразные углеводородные соединения — их ежегодно выделяется сотни тысяч тонн. В результате фотохимических реакций эти вещества на солнце разлагаются, претерпевая порой зловещие изменения, вплоть до образования ядовитых соединений, действующих в первую очередь на легкие. Как показали опыты над животными, вдыхание этих веществ приводит к раковым заболеваниям.

Число ньюйоркцев, умирающих от легочных заболеваний, удваивается каждые пять лет. Дышать в нью-йоркской атмосфере целый день — это, по данным исследователей, все равно, что ежедневно выкуривать две пачки крепких сигарет. А ведь от 50 до 90 процентов ядовитых атмосферных газов создается именно автомобилями!

Хельмут Ландсберг, директор Управления климатологии США, обрисовал страшные черты города будущего: если срочно не будут предприняты меры против заражения воздуха городов автомобилями, то через несколько лет города превратятся в громадные очаги заразы, где дышать — равносильно самоубийству.

Комиссия, созданная мэром Нью-Йорка, потребовала проведения срочных мероприятий «грандиозного» масштаба по устранению заражения автомобилями атмосферы, иначе, по ее утверждению, Нью-Йорк через 10 лет превратится в место, не пригодное для жизни. Аллергия, хронические бронхиты, эмфизема легких, рак, сердечная недостаточность будут постоянными спутниками людей, решивших, несмотря ни на что, в нем жить.

Как же случилось, что друг человека — автомобиль стал врагом, да таким, что некоторые авторитетные лица, в том числе начальник санитарной службы штата Калифорния Франк Стэд, призывали полностью запретить его уже в 1980 году? Автомобиль оказался пригретой на груди ядовитой змеей, и пришла пора решить — вырвать ли ей смертоносные железы или просто выкинуть ее?

А ведь когда-то бензиновый автомобиль не был еще столь всемогущим властителем дорог, сверкающим и неописуемо длинным, изготовляемым на заводах, как шутят американцы, километрами, а потом нарезаемый на куски нужной длины. В начале века, да и в 20-х годах различными заводами выпускалось множество типов электромобилей, действующих на свинцовых аккумуляторах, бесшумных, недорогих и не имеющих никаких выхлопных газов. Скорость их была порядка 35 километров в час, дальность пробега — 70 километров. Электромобили особенно усиленно рекламировались для «женщин из общества»; при этом упор делался на простоту управления и чистоту в коляске — автомобили с бензиновым двигателем того времени были, как говорится, «не сахар» в этом отношении.

Но аккумуляторные батареи того времени были близки к совершенству (по сути дела, свинцовые аккумуляторы наших дней мало отличаются от свинцовых аккумуляторов того времени), а автомобиль с бензиновым двигателем своих преимуществ еще не исчерпал. Вот почему год от года автомобили совершенствовались, они становились все экономичнее, мощнее, удобнее. Электромобиль не мог угнаться за бензиновым автомобилем, содержащим в двигателе на килограмм веса энергию 2400 ватт-часов, способным двигаться со скоростью до 200 километров в час и преодолевать без дозаправки

полтысячи километров. В 30-е годы производство электромобилей было почти полностью свернуто — остались в употреблении лишь заводские электрокары, троллейбусы да… коляски для перевозки состоятельных игроков на гольфовом поле — там загрязнение воздуха не допускалось. А производство автомобилей пошло вперед фантастическими темпами.

Москва сейчас — одна из самых чистых по своему воздушному бассейну столиц мира. Но с ростом числа автомобилей атмосфера неминуемо начнет загрязняться.

Вот почему и нам, пока еще не поздно, необходимо внимательно отнестись к электромобилям.

Залог успеха электромобилей — разработка новых аккумуляторов. Ведь только малая энергоемкость, определяющая низкую скорость и малый пробег между заправками, ограничивает их применение. Старые свинцовые аккумуляторы имели удельную энергоемкость 16 ватт-часов на килограмм веса (против 2400 у бензинового двигателя!).

Удобны серебряно-иинковые аккумуляторы, предложенные американской фирмой «Ярдни»; они дают 150 ватт-часов на килограмм. Но применение таких аккумуляторов порождает две проблемы. Первая — они дороги.

Электромобиль, оснащенный ими, подскочит в цене в несколько раз. Предприимчивые американцы тут же предлагают выход: берите аккумуляторы напрокат.

Хорошо. Но как быть с другой проблемой, несколько неожиданной: аккумуляторы фирмы «Ярдни» сделаны, естественно, из цинка и серебра, причем в каждом автомобиле будет использовано несколько десятков килограммов драгоценного металла. Проблема — как не искушать воров этим «валяющимся на мостовой» серебром?

Та же проблема — в топливных элементах, электроды которых изготовляются из платины и не могут пока быть выполнены из чего-нибудь менее соблазнительного.

И все же, несмотря на все трудности, электромобиль твердо занимает место на шоссе. В Англии 80 процентов развозки по домам молока и хлеба осуществляется электромобилями. Число их уже измеряется там сотнями тысяч. Выпущены японские «чубу», призванные в будущем заменить городской транспорт; заметим тут же, что в Токио проблема загрязнения воздуха автомобилями особенно остра — полицейские на оживленных перекрестках вынуждены иной раз работать в кислородных масках.

Появились первые электрические «Рено», «Вестингауз-Маркетт», «Корвэр», назначение которых — внутригородской

личный или арендуемый транспорт, перевозки горожан на небольшие расстояния с небольшой скоростью (а зачем большая скорость в городе?) за низкую плату.

У нас проблема электромобиля пока что не столь остра, и, может быть, лишь этим можно объяснить, что работы в этой сфере, к сожалению, не развернуты достаточно широко. Ведь что в нем есть-то: аккумулятор да мотор — никаких тебе трансмиссий, коробок передач, сложной системы смазки, охлаждения! А возможность создания автоматизированного транспорта: вошел, нажал кнопку с указанием нужного места, поехал, читая газетку, потом вышел и оставил машину для следующего пассажира — такая система исключена при бензиновом двигателе.

Но главное пока — то, с чего мы начали эту главу, проблема чистого городского неба. Пока над Москвой чистое небо, пока москвичи могут дышать чистым воздухом, пока не висит над домами грязно-коричневый дым и нет в наших городах смога, давайте скажем конструкторам: пора создать электромобиль. А то будет поздно.

У читателя может возникнуть вопрос: почему автор в главе, посвященной всевозможным электрическим изобретениям, особо выделил электромобиль, то есть именно то устройство, оставшееся чуть не единственным, которое до сего времени не подверглось, если так можно выразиться, «электрификации». Известно, что почти все окружающие нас устройства электрифицированы. Дело дошло до того, что на кухне используются электрические спички, в ванной — электрические зубные щетки, в гостиной — электрические миксеры. И только автомобиль оказался в стороне.

Именно потому, что даже и в этой, одной из последних неподдавшихся электричеству крепостей, проламывается сейчас столь явная брешь, автор и избрал из множества электрических изобретений, может быть, одно из самых запоздавших в реализации — электромобиль.

Идея находит изобретателя

Здесь наше повествование переходит опять из сферы столиц зарубежных в родные Санкт-Петербург, Кронштадт, да и пуще того — в поселок Турьинский рудник Верхнетурского уезда Пермской губернии, где родился человек, ставший гордостью русской и мировой науки и техники, — Александр Степанович Попов, продолжатель дела Герца, Фарадея и Максвелла.

Доставляет большое удовольствие писать об этом, и в то же время примешивается какая-то горечь, потому что открытие радиосвязи произошло при обстоятельствах, позволяющих некоторым консервативно настроенным западным ученым приписывать заслугу открытия радио итальянскому инженеру Гульельмо Маркони, и никому другому.

А дело прежде всего в той своеобразной обстановке, в которой проходили передача и прием знаменитой символической радиограммы А. С. Попова «Генрих Герц».

Как ни странно, сам факт посылки такой радиограммы, факт колоссального научного значения, не отражен должным образом в документах Русского физико-химического общества. А именно на одном из заседаний этого общества и имела место посылка радиограммы из одного корпуса в другой на расстояние, равное четверти километра.

О языке, на котором велась передача, поскольку точных документальных записей того времени нет, можно судить лишь на основании сделанных через несколько лет свидетельств очевидцев. Нужно тут же отметить преимущества своевременной документальной записи — память человека оказалась не в состоянии точно воспроизвести детали великого, но далекого дня. Так, по свидетельству одних очевидцев, передача происходила на немецком языке и принятый текст имел вид Heinrih Hertz.

По утверждению других, не менее авторитетных очевидцев, в том числе по свидетельству непременного помощника Попова П. Н. Рыбкина, являвшегося, кстати сказать, и автором радиограммы, написана она была по-русски и имела вид «Генрихъ Герцъ».

Большие споры, к сожалению, имеют место и по поводу даты передачи эпохальной радиограммы. Одни очевидцы (их большинство) утверждают, что передача состоялась в начале 1896 года, другие свидетельствуют, что знаменательное событие произошло в конце 1897 года.

Такое серьезное несовпадение рассказов очевидцев,

вызванное в первую очередь, несомненно, несовершенством человеческой памяти, быть может, не имело бы большого значения, если бы не одно принципиальное обстоятельство: именно в 1896 году итальянец Гульельмо Маркони провел публичные сеансы радиосвязи, причем с помощью запатентованных им приемника и передатчика собственной конструкции. Таким образом, точная дата сеанса приобретает первостепенное значение. К сожалению, решить этот вопрос «большинством голосов» очевидцев, видимо, возможным не представляется.

Что же записано в протоколе Русского физико-химического общества о сенсационной радиограмме Попова?

Должно же быть там хотя бы мимолетное упоминание о радиограмме!

Запись в протоколе от 24 марта 1896 года гласит:

«А. С. Попов показывает приборы для лекционного демонстрирования опытов Герца».

Конечно, такая скупая формулировка, каковы бы ни были ее причины (некоторые участники заседания полагали, что работы Попова были засекречены Морским ведомством), отнюдь не способствует прояснению ситуации и восстановлению справедливости. Вопрос о времени и обстоятельствах посылки первой радиограммы остается, таким образом, открытым.

В то же самое время итальянец Гульельмо Маркони в середине 1896 года взял английский патент на радиоприемник и радиопередатчик на «способ сигнализации на расстоянии», и летом того же года об этом изобретении было опубликовано большое число материалов даже в провинциальных газетах, в том числе и в русских (но никаких деталей устройства, конечно, не сообщалось).

Он склонил английских промышленников к созданию компании по эксплуатации его изобретения. Компания обладала большими капиталами и, благодаря невероятной энергии самого Маркони, процветала. В 1896 году им была достигнута дальность радиосвязи 3 километра, через год — 21 километр, еще через полтора года — 70 километров, в начале 1901 года — 300, а в конце его — 3500! Эта внушительная цифра знаменовала принципиально новый этап развития радиосвязи — связь без подводных кабелей через Атлантический океан! Об энергии, которую развил Маркони в деле пропаганды радиосвязи (конечно, на основе своих патентов), можно судить хотя бы по тому факту, что Атлантический океан был пересечен им 80 раз.

На фоне этих громких успехов достижения Александра Степановича Попова в его усилиях внедрить свои

радиоустройства не выглядят столь впечатляющими. Да иначе и быть не могло, если уже на первом ходатайстве Попова о выделении денег на эксперименты морской министр начертал: «На такую химеру отпускать денег не разрешаю».

(Справедливости ради надо сказать, что и другие правительства относились к этой идее не лучше. Так, знаменитый Эрнест Резерфорд, в молодости занимавшийся беспроволочной сигнализацией, также не смог получить на свои работы ни пенса; это удалось в Англии лишь необыкновенно «пробивному» Маркони.)

Хотя впоследствии по настоянию прогрессивного адмирала Макарова какие-то крохи и были отпущены (Попов много по своей скромности и не запрашивал), успешно конкурировать с поставившим дело на широкую коммерческую ногу Маркони Попов не мог.

Оборудование для первых русских радиостанций пришлось заказывать в Париже, у Дюкрете, по неимоверно высоким ценам.

Страна, подарившая миру радио, во время русско-японской войны 1904–1905 годов настолько плохо оснастила свои корабли радиостанциями, что это явилось еще одной причиной позорного поражения.

И все же, что дает нам основания утверждать, что радио родилось именно в России, что именно на русской земле гением русского человека было построено устройство, способное уверенно принимать сигналы, осмысленную информацию, другими словами — первый радиоприемник?

Чтобы разобраться в этом, стоит мысленным взором догнать некую подводу, с которой направлялся в 1868 году из поселка Турьинский рудник, что на Северном Урале, девятилетний Александр Попов, поповский сын, на учебу в городок Долматов в духовное училище.

Год назад умер великий Фарадей, но жив еще благородный гений Максвелл, работающий над своей теорией электромагнитного поля, посещает гимназию в далекой Германии одиннадцатилетний Герц. Попов еще бесконечно далек от того, что станет общим его делом с этими великими людьми…

Первое знакомство с физикой по книжке французского популяризатора Гано. Первое знакомство — и привязанность на всю жизнь.

Привязанность не взаимная — студент первого курса физико-математического факультета Петербургского университета Попов Александр Степанович блестяще… проваливается на первой же сессии. Для того чтобы прожить, пришлось работать репетитором, держать корректуру, переводить, времени на учебу не оставалось.

Это был хороший урок: физика требовала жертв и прежде всего — времени.

И он отдает все свое время, все свои способности, всего себя физике, в особенности — электротехнике. Не только время и силы. Он отнюдь не цвел в промозглом петербургском климате, не имея возможности приобрести новые ботинки, плохо питаясь и много работая. Головокружения и жестокий ревматизм — постоянные его спутники в студенческие годы.

Он посещает заседания электротехнического отдела Русского технического общества, работает «объяснителем» на электротехнической выставке, знакомится с такими корифеями русской электротехники, как Яблочков, Лодыгин, Чиколев и Лачинов; вступает в товарищество «Электротехник», которое громогласно объявляло, что обслуживает желающих в районе Невского проспекта «От Аничкова моста до Большой Морской», причем «вполне обеспечивает потребителям исправное освещение и совершенно исключает возможность погасаний». На первых порах молодому Попову поручали регулировать напряжение динамомашины, служившей для освещения одного из увеселительных садов Петербурга. «Роль» вольтметра исполнял мальчишка, уставившийся на фонари: если свет фонарей становился, по его мнению, более тусклым, чем следовало, он орал Попову страшным голосом: «Поддай!»

Затем — заведование электротехнической станцией на ярмарке в Нижнем Новгороде и кандидатская диссертация на тему «О принципах магнито- и динамоэлектрических машин постоянного тока», где Попов с совершенно необычной стороны анализирует спектр потерь в электрической машине. Диссертация защищена с блеском, и А. С. Попова оставляют в университете «для подготовки к профессорскому званию» — редкое поощрение.

Заметил ли читатель серьезную разницу в начале творческих биографий Фарадея, Максвелла и Герца, с одной стороны, и Попова — с другой? В то время как мера движения вперед первых — это успехи научные, мера движения вперед Александра Степановича Попова — его успехи на поприще техническом.

Идея электромагнетизма, затем идея электромагнитных волн, возникшая у Максвелла и Фарадея, получившая столь блистательное подтверждение в опытах Герца, неминуемо должна была пройти стадию, когда она укрепится каркасом инженерных решений, начнет непосредственное служение человеку.

Идея была рождена и подтверждена; идея должна быть доведена теперь инженером до такой стадии, когда она может быть практически использована.

Ее воплощение, достаточное для доказательства, было еще

недостаточным для практики. Идее нужен был инженер, изобретатель. Такой, как Попов.

И затем нужен был организатор.

Может быть, не такой, как Маркони, но организатором стал именно он.

Гульельмо Маркони родился 25 апреля 1874 года. Его семья — не из бедных. Отец — делец, землевладелец, «счастливчик». Мать — Анни Джеймсон — дочь небезызвестного фабриканта Эндрю Джеймсона — его фамилию можно и сейчас прочесть на бутылках знаменитого шотландского виски.

Гульельмо родился в массивном, богато декорированном «Дворце Марескалаччи» в центре Болоньи, в зимнем доме, принадлежащем его отцу. Старик-садовник, говорят, увидев новорожденного, сказал более доброжелательно, чем тактично: «Какие у него большие уши!»

Это были годы борьбы итальянских патриотов за объединение страны. Это было время Гарибальди. Объединение страны шло медленно — слишком велика была разница между капиталистическим промышленным Севером и отсталым Югом.

Маркони жили на процветающем Севере; их вилла Грифон, окруженная ореховыми деревьями и виноградниками, стояла на холме над рекой, эффектно выделяясь на голубом фоне гор. Гульельмо был сосредоточен, скромен и любознателен. Он не учился ни в школе, ни в университете. Их ему заменила домашняя библиотека. Не Фауст и Вертер, но Бенджамен Франклин, Майкл Фарадей, позже — Томас Эдисон стали его любимыми героями. Он ставил опыты по предмету, который называл «мое электричество». Тарелки из дорогих сервизов, служившие в опытах изоляторами, часто бились — за что остальные его аппараты были методично разрушены старым Маркони. Гульельмо становился все более скрытным и, как говорится, «себе на уме». Он никогда не говорил заранее о вещах, которые замышлял, и об экспериментах, которые хотел поставить.

Он сделал вольтовы столбы, повторил опыты Фарадея и выучил код Морзе.

В 1893 году девятнадцатилетний Маркони посетил серию лекций профессора Августо Риги в Болонском университете (там учились когда-то Данте, Петрарка, Коперник, Гальвани). Риги был первым итальянцем, обратившим внимание на опыты Герца и оценившим их важность; Риги построил усовершенствованный разрядник (разряд происходил в вазелиновом масле).

Риги не одобрял экспериментальной спешки, которую затеял Маркони, едва узнав о волнах Герца; он считал, что сначала стоит как следует изучить теорию. А Гульельмо все больше времени

проводил в лаборатории, оборудованной для него на мансарде виллы Грифон. Оборудование стоило очень дорого, и старик Джузеппе наконец отказал сыну в «финансировании». Тогда Гульельмо, чтобы купить проволоку, стал продавать свою одежду.

Наконец, он сумел заинтересовать отца, конечно, с финансовой точки зрения, своими изобретениями, или, точнее, желанием совершить их. В поздних воспоминаниях Маркони писал, что он сразу поставил себе задачу «получить сигналы с другого берега Атлантического океана».

В одной из колоссального числа роскошных, большей частью английских книг, посвященных Маркони, «Маркони — отец радио» можно прочесть, что основным достижением тех лет для Маркони было введение антенн в передатчик и приемник: «Это было главным шагом вперед и первым реальным вкладом в науку радио».

Это ошибка. Если взять первые патенты Маркони (1896–1897), то в них нет и следа двух антенн — антенны есть только на приемнике, как было и у Попова.

Кстати, в этой книге упоминается и о том, что Маркони был известен когерер Попова: «До тех пор передатчик и приемник были по существу теми же самыми, что уже использовались Лоджем в Англии и Поповым в России». Если учесть, что когерер Попова никогда не описывался отдельно от схемы его приемника, то приходится признать, что схема Попова была Маркони известна, хотя бы в общих чертах.

Работы Маркони 1895 года нигде не отражены. Нет ни одного письменного источника, кроме поздних воспоминаний Маркони и его друзей, свидетельствующего о том, что он в 1895 году проводил опыты и достиг какого-то ценного результата. Принимая во внимание необыкновенную цепкость Маркони, трудно предположить, что, успешно испытав какие-нибудь устройства, он тут же не запатентовал бы их.

В то же самое время Попов, человек необыкновенной скромности, имеет перед потомками ряд свидетельств того, что уже в 1895 году им были разработаны первые в мире приемник и передатчик. Об этом несколько глуховато, но вполне определенно свидетельствует и журнал Русского физико-химического общества (январь 1896 г.), и протокол заседания РФХО от 7 мая 1895 года, где Попов впервые демонстрировал свои приборы, и, наконец, письма Попова и доклад профессора В. В. Скобельцина в электротехническом институте от 14 апреля 1896 года «Прибор А. С. Попова для регистрации электрических колебаний». В докладе (появившемся до первого патента Маркони) прямо говорится:

> «В заключение докладчик произвел опыт с вибратором Герца, который был поставлен в соседнем флигеле на противоположной стороне двора. Несмотря на значительное расстояние и каменные стены, расположенные на пути распространения электрических лучей, при всяком сигнале, по которому приводился в действие вибратор, звонок прибора громко звучал» (выделено мной. — В. К.).

Запись относится к заседанию Русского физико-химическсго общества 24 марта 1896 года; в записи четко оговорено, что Поповым на значительное расстояние передавались именно сигналы, то есть, по сути дела, это было то самое устройство, которое через несколько месяцев будет запатентовано Маркони.

Почему же, несмотря на полную ясность вопроса, во многих западных странах, особенно в Италии и Англии, до сих пор еще сохраняется лозунг «Маркони — отец радио»?

Спору нет, именно благодаря Маркони радио вошло в жизнь людей, стало привычным. Это признавал, кстати говоря, и сам Александр Степанович Попов. Но Маркони не изобрел радио как такового — эта заслуга принадлежит всецело А. С. Попову. Незаслуженная слава Маркони в качестве изобретателя радио вызвана, по-видимому, во-первых, тем, что люди, создавшие и продолжающие создавать такую славу, не взяли себе за труд посмотреть подлинные документы того времени, прямо и недвусмысленно свидетельствующие, что Попов провел решающие испытания своего радиоприемника на год раньше Маркони.

Во-вторых, и это кажется уже более объяснимым, Маркони-изобретателя зачастую смешивают с Маркони-предпринимателем, главой компании «Маркони», почти полностью контролировавшей в течение многих лет всю радиотелеграфную промышленность. Маркони настолько глубоко внедрился в радиотелеграфию Англии, что это вызвало в 1912–1913 годах грандиозный «скандал Маркони», когда некоторые правительственные органы были обвинены в том, что они были подкуплены компанией, желавшей получить полную свободу рук.

У Попова и в мыслях не было патентовать свое изобретение — он шел в ногу с Фарадеем, Максвеллом и Герцем, никогда не патентовавшими своих изобретений и считавших их достоянием науки, достоянием всего человечества.

Маркони был далек от таких альтруистических представлений — он патентовал все, что попадалось под руку, а под руку попадалось не всегда свое. Так, его же патент, дающий

ему полное право эксплуатации своего «изобретения», содержал в качестве составляющих элементов никем не запатентованные ранее и считавшиеся общим достоянием, достоянием науки разрядник, когерер и другие элементы. Получилось, что он воспользовался трудами других для личного обогащения. Научные дискуссии, ранее украшавшие научные журналы, были тем самым круто оборваны; они заменились судебными разбирательствами о владении патентами. Маркони твердо и бесповоротно стал «патентодержателем», изобретателем чисто американского образца — образца Эдисона, Белла и Вестингауза.

* * *

В 1884 году за 11 лет до изобретения радио Поповым, на улице Грэй-Стоун-Род в Лондоне было обнаружено странное явление: в телефонных аппаратах по этой улице прослушивались телеграфные передачи из какой-то другой сети. Проверка показала, что «виновником» происшествия являются заложенные неглубоко под землей телеграфные провода, идущие на большом протяжении параллельно проводам телефонным. Это были первые, как сейчас говорят, «наводки». Сразу же несколько исследователей стали пытаться полезно использовать эти «наводки». Удалось даже передавать сигналы на довольно большие расстояния. Однако это не было радиосвязью в нашем понимании слова. Частота колебаний была слишком низка для передачи, а необходимым условием действенности такой передачи было то, что размеры параллельных проводов должны были превышать расстояние, на котором велась «передача».

* * *

Это не значит, конечно, что роль таких людей, как Маркони, в развитии общества невелика. Она громадна.

Однако поступок «патентодержателя» Маркони, присвоившего себе труды других, встретил единодушное осуждение людей науки. Многие открыто выражали ему свое презрение. Антипатия еще более возросла, когда она перестала уравновешиваться той прогрессивной ролью, которую Маркони поначалу играл в истории развития радио. Став миллионером, Маркони и думать забыл о гуманной миссии, взятой на первых порах, и вместо того, пользуясь своим монопольным владением акциями радиотелеграфных компаний, стал придерживать конкурентов и тем самым объективно тормозить то великое дело, которому он (правда, совсем не бескорыстно) посвятил свои

молодые годы.

Такие одиозные формы деятельности Маркони, конечно, не внушают симпатии; тем не менее как бы мы ни относились лично к синьору Маркони, необходимо беспристрастно оценить его роль в истории радио. Вряд ли у кого-либо есть серьезные основания считать, что Маркони просто скопировал схему Попова. По-видимому, он пришел к ней самостоятельно, кроме того, он не ограничился первой заявкой, довел свои приборы до высокой степени совершенства, повысил до немыслимых тогда пределов дальность радиопередач и в немалой степени содействовал тому, что радио прочно вошло в быт людей; поэтому, как пишут советские исследователи А. Т. Григорьян и А. Н. Вяльцев, «это заставляет считать изобретателем радио в равной мере и Попова и Маркони, и, значит, в памяти людей имена и образы этих двух изобретателей всегда должны стоять рядом».

Начало работы Попова над высокочастотными электрическими разрядами относится еще к 1888 году — он приступил к ней сразу же после сообщений об опытах Герца. В физической лаборатории Минного класса, одной из лучших электротехнических лабораторий России, Попов воспроизвел все опыты Герца и сразу же увидел их сильные и слабые технические стороны.

Сильная сторона опытов была в колоссальных перспективах, в них заключенных. Попов сразу же оценил их, и в первую очередь то; что аппаратура Герца в принципе давала возможность сигнализации на расстоянии.

Слабая сторона была в том, что практически установка Герца таких возможностей не давала: сигналы в приемнике — искры — были настолько слабы, что увидеть их мог только поистине великий экспериментатор, да и то долго всматриваясь в темноте, ценой своего здоровья, а в конечном итоге — и жизни. Максимальное расстояние, на котором можно еще было с колоссальным трудом различить искры, вызванные «волнами Герца», составляло 20 метров.

Герц и сам понимал слабую сторону своих экспериментов. Пытаясь увеличить чувствительность приемника, он попробовал заменить искровой промежуток лягушачьей лапкой, когда другие приборы были бессильны. Однако опыт был безуспешен — лапка оставалась неподвижной даже непосредственно вблизи «передатчика»— вибратора Герца.

К сожалению, Герц «не зафиксировал» в своем мозгу небольшую заметку, промелькнувшую в физическом журнале. В 1884 году физик Кальцекки-Онести обнаружил, что находящиеся вблизи электрического разряда металлические порошки резко

изменяли свои свойства.

Когда разряда не было, они плохо проводили электрический ток, но когда разряд появлялся, порошок как бы «склеивался», и в таком состоянии электрический ток проходил через него блестяще.

Впоследствии это использовал французский физик Эдуард Бранли: он насыпал порошок в стеклянную трубочку и, поместив ее вблизи разряда, наблюдал, насколько резко изменятся свойства порошка. При окончании разряда частицы порошка не «расклеивались» и продолжали служить хорошим мостиком для электрического тока. Чтобы «расклеить» слипшиеся частицы, достаточно было легонько стукнуть по стеклянной трубке пальцем (а лучше — встряхнуть, как градусник). Бранли не оцепил своего изобретения и сообщил об этом лишь с целью предохранить других исследователей порошков от досадных промахов.

* * *

В романе С. Фитцджеральда «Великий Гэтсби» описан распорядок дня энергичного молодого человека эпохи всеобщих электрических избретений:

Подъем… 6.00

Упражнения с гантелями и на шведской стенке… 6.15—6.30

Изучение электричества и пр…. 7.15—8.15

Работа… 8.30–16.30

Бейсбол и спорт… 16.30–17.00

Упражнения в красноречии и выработка осанки… 17.00–18.00

Обдумывание изобретений… 19.00–21.00

* * *

Мысль использовать стеклянную трубочку с металлическим порошком для регистрации электромагнитных волн пришла в голову англичанину сэру Оливеру Лоджу.

Он, по сути дела, использовал трубку Бранли, но назвал ее «когерером» — «сцеплятелем». Заслугой Лоджа было то, что он привлек когерер к исследованию волн Герца, заметив: «Когерер удивительно чувствителен к волнам Герца». Неприятному свойству порошков не расклеиваться Лодж противопоставил детище средних веков — часовой механизм; через определенные промежутки времени трубка встряхивалась.

Лодж исследовал физические процессы, связь на расстоянии его не привлекала, он считал идею бредовой.

При дальнейшем усовершенствовании когерер обещал быть

весьма полезным устройством при далеком приеме «волн Герца». Встала, таким образом, чисто изобретательская задача — усовершенствовать когерер и применить его для дальнего приема.

Едва узнав о когерере, Попов сразу же отбросил использовавшиеся им ранее «карусели» — радиометры, термоскопы, искровые промежутки, не требующие затемнения, и прочие замысловатые приборы — и полностью переключился на усовершенствование когерера с целью использовать его в практическом устройстве, которое могло бы применяться для сигнализации на расстоянии.

Многие исследователи видят здесь общность задач Попова и Эдисона: и тот и другой уже имели перед глазами несовершенные устройства, в принципе способные и принимать радиосигналы, и излучать электрический свет. Задачей изобретателей было превратить эти несовершенные устройства в совершенные, другими словами, изобрести радио и электрическую лампу. Нечего и говорить о том, насколько сложнее была задача Попова.

Как четко уже в 1888–1889 годах Попов понимал свою задачу, можно судить из его собственных слов:

«Человеческий организм не имеет еще такого органа чувств, который замечал бы электромагнитные волны в пространстве. Если бы изобрести такой прибор, который заменил бы нам электромагнитное чувство, то его можно было бы применять и в передаче сигналов на расстоянии».

Статья Лоджа в английском журнале «Электрик» была получена Поповым осенью 1894 года. Именно период с осени 1894 года и до 7 мая 1895 года и был наиболее напряженным и плодотворным в жизни Попова.

Он взялся за усовершенствование когерера. Вместе со своим помощником Рыбкиным он испробует сотни порошков (точно так же, как Эдисон испытал сотни материалов, пригодных быть нитью электролампы) самого различного состава и помола: частицы мелкие, средние, крупные вещества чистые, перемешанные, подогретые и холодные, толченые и прессованные, восстановленные и окисленные; испытаны были дробь, кольца, цепочки.

Таких материалов — многие тысячи. Если бы Попов поступил, как Эдисон, пробуя их все подряд, вряд ли он скоро добился бы успеха. Но Попов умело (и удачно) распределил материалы по классам, группам и отрядам, обладающим сходными свойствами. Это позволило сэкономить время. Оказалось, что плох и грубый помол, и слишком мелкий; оказалось, что на частицах должен быть обязательно слой окиси, но не слишком толстый.

Круг неуклонно сужался до тех пор, пока внутри не оказался лишь один порошок — «феррум пульвератум». Он обеспечивал хорошую чувствительность, а главное — стабильность.

Теперь нужно было выбрать «оболочку», в которую можно было бы засыпать порошок. Эта задача также не простая. Сотни вариантов привели к одному — стеклянной трубке толщиной в палец. Внутри, на стенках — две платиновые палочки, концы которых выведены наружу. В трубке — тот самый «феррум пульвератум».

Теперь нужно было решить проблему встряхивания когерера, ту самую проблему, которую Лодж решил в лоб — с помощью часового механизма, время от времени «приводившего когерер в себя». Лучшим оказалось решение, которое пришло Попову в голову всего через несколько часов после получения статьи Лоджа. Тогда он включил в цепь когерера старый стрелочный гальванометр. Когда производился разряд, металлический порошок из плохого проводника превращался в хороший, по нему начинал идти ток, поворачивающий стрелку гальванометра. Резкое движение стрелки встряхивало когерер, и он был готов к приему нового сигнала. Это была, как теперь говорят, схема «обратной связи», первая радиосхема. Так из несовершенных приборов Герца родилось настоящее радио, хотя, по современным понятиям, и весьма примитивное.

Когда гальванометр был заменен электромагнитным реле со звонком, а стрелка — молоточком, подсоединенным к якорю реле, вся схема приемника практически уже приобрела вид, столь впоследствии распространенный.

Что касается передатчика, он уже существовал — вибратор Герца вполне мог выполнять его функции. Короткие и длинные сигналы, а также их комбинации вполне могли быть использованы для сигнализации на расстоянии.

Поиски наибольшей дальности приема привели и к первой антенне — к вертикальному медному стержню, включенному в схему приемника.

Все описанные усовершенствования способствовали невиданному по тем временам увеличению дальности приема волн вибратора Герца, примерно до 80 метров. Впервые публично показаны были приборы 7 мая 1895 года, в день, который мы отмечаем как День радио.

А через год на берегах туманного Альбиона высаживается двадцатидвухлетний Гульельмо Маркони.

Имеется фотография Маркони тех лет. Перед ним «черный ящик», в котором размещена секретная схема приемника. Секрет «черного ящика» будет сохраняться еще довольно долго — до тех

пор, пока 4 июня 1897 года принципы «телеграфирования без проводов» не будут доложены на лекции в Королевском институте.

Итак, до 4 июня 1897 года Попов не мог ничего знать о принципах, использованных Маркони.

А когда узнал, поразился, насколько совпали две схемы, схема Маркони и схема Попова.

Тот же когерер.

То же устройство для встряхивания когерера — молоточек, работающий от реле.

Та же схема обратной связи — сам сигнал «встряхивает» когерер, делая его пригодным для принятия следующего сигнала.

Та же антенна.

Скорее всего, это доказательство единого пути развития науки. Но в принципе, как доказательно рассматривается в труде профессора И. В. Бренева «Изобретение радио А. С. Поповым», Маркони вполне мог знать или слышать о трудах Попова. Попов — не мог, Маркони — мог!

Попов внимательно следит за успехами Маркони, хотя всегда напоминает о том, что аппаратура Маркони является копией его собственной, изобретенной на год раньше. Специальные комиссии, Бранли и Лодж, электротехнические конгрессы полностью признали приоритет Попова. Не признали его Англия, Италия и сам Маркони.

Несмотря ни на что, Попов всегда относился к Маркони и его деятельности доброжелательно.

12 июля 1902 года итальянский корабль «Карло Альберто» бросил якорь вблизи суровых бастионов Кронштадта. На борту корабля находился и Маркони со своей аппаратурой — с ее помощью он мог принимать сигналы, идущие из Англии, на расстоянии 1600 морских миль.

Через несколько дней на борт корабля поднялся болезненного вида рыжебородый человек — он казался гораздо старше своих 43 лет. Двадцативосьмилетний процветающий Гульельмо Маркони был рад этому визиту гораздо больше, чем посещению его радиорубки за несколько дней до того русским императором. Это был Александр Степанович Попов. Попов был приветлив, с интересом осмотрел радиорубку, тепло простился. Добрые чувства к Маркони Попов сохранял всю жизнь.

Увы, здоровье Попова становилось все хуже и хуже.

13 января 1906 года, после бурного объяснения с министром внутренних дел, печально известным Дурново, последовало роковое кровоизлияние в мозг.

Всего за четыре дня до смерти он был избран председателем

Русского физического общества — высшая честь, которой мог удостоиться электроинженер Александр Степанович Попов, изобретатель радио.

Нобелевский лауреат 1909 года Гульельмо Маркони умер 20 июля 1937 года в Риме, окруженный почетом и вниманием, увенчанный лаврами академий и университетов. Его богатство началось с организации компании по эксплуатации его изобретения и расширению сети радиостанций. Его слава была громкой и разной.

С одной стороны, грандиозный «скандал Маркони», в котором оказалось замешанным чуть ли не все правительство Англии, с другой — спасение благодаря аппаратам Маркони жертв несчастного «Титаника».

Он всегда спешил, в 1911 году его только что приобретенный «Фиат» врезался на полной скорости в другой автомобиль; никто серьезно не пострадал, но Маркони все последующие годы ходил со стеклянным глазом.

Он спешил и в политике — беспрекословно принял взгляды Бенито Муссолини, считал, что только фашисты могут спасти его страну; одно время он был даже личным другом Муссолини. Только перед смертью, особенно после нападения Италии на Абиссинию в 1935 году, он как будто разобрался в существе политики своего друга.

Маркони пережил Попова на 31 год. Его большие способности и невероятная энергия в немалой степени способствовали тому, что вся западная радиотехника не может быть представлена без Маркони и продукции его фирмы. Он первым ввел резонансный прием одновременно работающих радиостанций на одну антенну. Первым построил радиопередатчики и радиоприемники современного типа.

Конечно, он не был единственным. Колоссальную роль в развитии радиотехники сыграло случайное открытие, «отход производства» Эдисона — электронная эмиссия, постройка первых радиоламп американскими учеными Флемингом и Ли-де-Форестом.

Интереснейшие страницы истории радио принадлежат первым годам Советской власти. Именно радио разнесло по всему миру сообщение об Октябрьской революции.

Память творцов радиотехники вечна — современный мир немыслим без радио и телевидения. Изобретения Попова, явившиеся логическим техническим завершением трудов Фарадея, Максвелла, Герца, открыли перед миром невиданные возможности. А для самих великих уравнений это открытие имело тоже колоссальное значение.

Именно радиотехника произвела на свет бессчетное количество приборов, новых знаний и опять новых приборов и новых знаний, которые могут служить могущественными инструментами для изучения явлений, для проверки, уточнения и углубления самих уравнений.

Ведь великие открытия будущего, как сказал один великий физик, содержатся в шестом десятичном знаке.

И новые приборы, никелированные, с заманчивыми переплетениями цветных проводков, с абстрактными картинами печатных схем, с черными глазками транзисторов и почти невидимыми модулями ведут наступление на новые тайны природы, ведут наступление на сами великие уравнения.

Пока щелей в крепостной стене нет. Но кто знает, что случится завтра?

Планета в поисках энергии

С какого года отсчитывать энергетику? С какого времени максвелловы уравнения вошли в нашу повседневность? Может быть, с триумфального шествия по миру электрических свечей Яблочкова?

Сначала засияли матовые электрические шары в парижских магазинах «Лувр». Затем — на проспекте Оперы. Затем — на площади Оперы. Затем — в Лондоне, Петербурге, Мадриде, Неаполе, Берлине. «Северный свет», «русский свет», «люмьер рюсс» осветил цветастые дворцы персидского шаха, резные палаты сиамского короля.

Именно появление электрического освещения различных систем вызвало к жизни первые электрические станции. Первая такая станция — блок-станция, то есть станция для одного дома, не обеспечивающая передачу энергии на большое расстояние, была создана в 1876 году в Париже для питания электричеством свечей Яблочкова.

В 1879 году блок-станция построена в Петербурге для освещения Литейного моста.

В 1882 году дает электричество такая же станция в Лубянском пассаже в Москве.

А в 1881 году — первая Международная выставка электричества и Международный конгресс электриков.

Министр почт и телеграфа Франции, официальный спонсор выставки, в докладе президенту Французской республики писал:

«Эта выставка будет вмещать в себя все то, что относится к электричеству: на ней будут демонстрироваться всевозможные аппараты и приборы, служащие для получения, передачи, распределения электрической энергии.

Конгресс в Париже соберет наиболее выдающихся ученых-электриков. Представители чудесной науки, только что раскрывшей перед человечеством свои громадные ресурсы и вскружившей ему голову своими беспрестанными эффектами, обсудят все результаты произведенных исследований и новейшие теории, созданные в этой области. Представители других стран, приглашенные во Францию, будут рады воспользоваться этим случаем, чтобы, так сказать, узаконить науку об электричестве и измерить ее глубину».

Вот какая была задача — узаконить науку об электричестве в мировом масштабе! Парижская выставка должна была показать миру приходящую на смену пару великую силу электричества: «После Уаттов и Стефенсонов мы приветствуем теперь Граммов,

Сименсов, Яблочковых, Грахамов, Беллов и Эдисонов», — писали в газетах.

Действительно, успехи электротехники были тогда частыми и разнообразными; они принадлежали физикам, изобретателям, компаниям. Единого движения, единой организации электриков тогда еще, разумеется, не было.

Это приводило иной раз к абсурду. Например, до 1881 года электриками разных стран использовались десятки самых различных единиц тока, сопротивления — не было стандарта на электрические единицы. Сопоставить результаты исследователей разных стран было чрезвычайно сложно. Именно в 1881 году на Международном конгрессе электриков, приуроченном к первой Международной выставке электричества, в нашу жизнь вошли столь хорошо известные нам сейчас единые электротехнические единицы.

Электротехники пришли к выставке с большими достижениями: на ней демонстрировались электрические телеграфные аппараты, электрические часы, электрические машины, электрические лампы, телефон, «электрическое перо», быстро воспроизводящее написанное в большом количестве экземпляров (и сейчас еще — предмет вожделений), небольшая электрическая железная дорога.

На выставке был даже организован «Музей прошлого» (!), где экспонировались успевшие уже устареть электрические приборы.

Но зрители пока еще различали электрические машины разных систем главным образом по окраске, их восхищала почти сверхъестественная, волшебная возможность с помощью кнопки тушить и зажигать электрический свет, заставлять звенеть электрический звонок.

На заседании конгресса слушатели в штыки встретили сообщение французского физика Марселя Депрэ, высказавшего еретическую мысль о возможности передачи электроэнергии на большие расстояния. Это сообщение котировалось в качестве неплохой шутки, забавной утопии.

А уже через год, на Мюнхенской международной электрической выставке, Марсель Депрэ продемонстрировал буквально наповал пораженным посетителям небольшой водопад, действующий от центробежного насоса, вращаемого электромотором. Но не это главное — электромотор снабжался электроэнергией от линии передачи из другого города — Мисбаха, расположенного в 57 километрах от Мюнхена, где электроэнергия рождалась тоже в водопаде.

Электроэнергия передавалась при колоссальном для того времени напряжении — 2 тысячи вольт. Водопад, переданный по

проводам!

Специальная авторитетная комиссия, организованная для оценки события, торжественно провозгласила, что «в области электричества не было получено столь важных результатов с момента изобретения телефона».

Больной Карл Маркс, незадолго до своей смерти узнавший об опытах Депрэ, отнесся к ним с громадным интересом. Он видел в опытах доказательство грядущей технической и социальной революции.

Теперь уже стали отработанными практически все элементы современных электрических станций и систем: турбины, электрогенераторы, трансформаторы, линии электропередачи и электродвигатели. Появилась возможность резкого скачка в развитии электротехники. Можно было приступать к электрификации.

Первая электростанция общественного пользования, электроэнергию которой мог купить каждый желающий, была построена Ферранти в нескольких милях от центра Лондона в 1885 году.

В 1887 году такие же станции были пущены в России — в Одессе и в Царском селе (сейчас г. Пушкин).

Новый тип электростанции — электростанции трехфазного переменного тока — разработан жившим в это время в Германии русским инженером Михаилом Осиповичем Доливо-Добровольским. После триумфальной демонстрации станции в 1891 году на Франкфуртской выставке эти станции вытеснили все другие их типы.

Именно трехфазный ток вырабатывают станции и в наши дни.

Электрификация захватила все развитые страны.

В разных странах она проходила, естественно, по-разному. И может быть, наиболее драматической и захватывающей страницей мировой электрификации навсегда останется электрификация России.

На рубеже веков российская электрификация прогрессировала крайне медленно. Если в США вырабатывалось в год 60 миллиардов киловатт-часов, в Германии — 23, в Англии— 12 и во Франции— 10, то в России эта цифра составила всего 2,3 миллиарда киловатт-часов.

В России проведение электрификации сталкивалось с колоссальными трудностями. Помимо общих для всех капиталистических стран анархии производства и бешеной конкуренции, электрификации сильно противодействовали темнота и бедность населения.

Епископ Самарский и Ставропольский отправил незадолго до

начала первой мировой войны депешу в Италию, в Сорренто, где нежился под ласковым солнцем граф Орлов-Давыдов:

«Ваше сиятельство! Призываю на Вас божию благодать, прошу принять архипастырское извещение: на ваших потомственных исконных владениях прожектёры Самарского технического общества совместно с безбожным инженером Кржижановским проектируют постройку плотины и большой электрической станции. Явите милость своим прибытием восстановить божий мир в жигулевских владениях и разрушить крамолу в зачатии».

Имеется большое число и других документов, ярко показывающих трудности развития электрификации в России.

Но электрификация была необходима.

Сразу же после победы Великой Октябрьской социалистической революции В. И. Ленин поставил в качестве первоочередного вопрос об электрификации. Уже в декабре 1917 года он дает указание о начале строительства Шатурской электростанции.

В тяжелых условиях разрухи и гражданской войны в Советской России 1918 года было построено около 50 малых электростанций общей мощностью 3,5 тысячи киловатт, а в 1920–1921 годах — более 200 электростанций общей мощностью 12 тысяч киловатт… Если учесть, что генераторы мощностью 800 тысяч киловатт выпускаются на современных электромашиностроительных заводах чуть ли не на конвейере (каждая машина в 25 раз мощнее, чем все электростанции 1920–1921 годов, вместе взятые!), то успехи первых лет революции в области электрификации представляются не слишком внушительными. Даже высоты, намеченные планом ГОЭЛРО, сегодня не выглядят столь уж впечатляющими.

Наша энергетика конца XX столетия может быть предметом зависти любой страны; мы перегнали все государства, кроме США, вышли с 15-го места в мире на 2-е.

Вернемся же к истокам великого достижения!

План ГОЭЛРО, в который не все верили, от размаха которого у некоторых кружилась голова, был одобрен VIII Всероссийским съездом Советов рабочих и крестьянских депутатов в декабре 1920 года.

Съезд принял программу построения светлого социалистического будущего на основе самой передовой в мире техники.

И тот же съезд поручил наркомату внешней торговли за золото приобрести за границей косы, топоры, серпы…

Кругом расстилалась громадная разоренная, голодающая, раздетая и разутая Россия.

А на сцене Большого театра, где проходил съезд, сверкала 30 электролампочками (чтобы их зажечь, отключили всех потребителей центра Москвы) карта ГОЭЛРО.

Карту за несколько дней до съезда сделали по личному указанию В. И. Ленина. Сохранилась характерная записка Ленина коменданту Большого театра:

«Предлагаю не препятствовать и не прекращать работ художника Родионова, инж. Смирнова и монтеров, приготовляющих по моему заданию в помещении Большого театра к VIII-му съезду Советов карты по электрификации. Работу кончат в воскресенье. Отнюдь их не прогонять».

Карте-символу будущей электрифицированной России позже пришлось много путешествовать. 20 и 22 января 1921 года ее демонстрировал Г. М. Кржижановский на пленарном заседании Петроградского Совета рабочих, крестьянских и красноармейских депутатов.

Об этом 19 января 1921 года сообщила «Петроградская правда»:

«…В четверг 20 января, в 6 часов вечера во Дворце Урицкого состоится заседание пленума Петроградского губернского Совета. Порядок дня: доклад тов. инженера Кржижановского об электрификации… На заседании будет демонстрироваться карта электрификации России».

План ГОЭЛРО, рассчитанный на 15–20 лет, был полностью выполнен уже в 1931 году, то есть за 10 лет.

Мы знаем, каких успехов добилась наша сегодняшняя энергетика. Одна Братская ГЭС «вмещает» в себя три плана ГОЭЛРО.

С каким душевным трепетом в конце 50-х годов инженеры участвовали в расчетах сверхмощного турбогенератора в 300 тысяч киловатт, проводившихся на «Электросиле»! Таких машин не знала еще наша энергетика.

Сейчас в самом центре России, на Костромской ГРЭС, пущен блок с турбогенератором мощностью 1200 тысяч киловатт (два Днепрогэса в одной машине!).

И это не предел! На чертежных досках — чертежи новых машин.

Изменилось и напряжение, при котором передается электроэнергия. Может быть, вы помните цифру 2 тысячи вольт — напряжение, на котором передавалась электроэнергия Марселем Депрэ. Сейчас ЛЭП-500 — линия электропередачи напряжением 500 тысяч вольт — явление совершенно обычное. Если темп роста напряжения линий электропередач «экстраполировать», как говорят математики, на 2000 год, то получится, что напряжение,

которое будет применяться в то время, будет равно 2500–3000 тысячам вольт.

В новом строящемся высоковольтном корпусе Всесоюзного электротехнического института имени В. И. Ленина, купол которого сможет вместить тридцатиэтажное здание Гидропроекта, будут испытаны линии передач такого, а может быть, и более высокого напряжения.

А может быть, нужны будут напряжения… в тысячу раз меньше. В будущем может оказаться целесообразным передавать электроэнергию по погруженным в страшный холод сверхпроводящим линиям. А может быть, хотя и маловероятно, будут открыты сверхпроводники, работающие и при «нормальных» температурах.

Вот еще одна идея электропередачи, кажущаяся безумной. Принадлежит она академику П. Л. Капице.

Идею эту Петр Леонидович выразил в двух фразах: «Вы думаете, энергия распространяется по проводам? Напротив, в них она только теряется!»

Несмотря на кажущуюся парадоксальность мысли, она в большой мере правильна. Из уравнений Максвелла следует, что с увеличением частоты тока, передаваемого по проводу, ток занимает все меньшую часть проводника, вытесняясь к его краям. Для высоких радиочастот провода вообще не нужны. Энергию волн высоких частот можно передавать по трубам-волноводам, как нефть или газ. Трудности этого пути очевидны — для создания радиоволн нужно будет построить и радиолампы соответствующей мощности. Это — серьезное препятствие для развития электроники больших мощностей. Но разве не было препятствий на пути создания прочно вошедших в наш быт электроприборов?

Серьезные изменения, видимо, претерпят наши электростанции. Вполне возможно, что через х лет вместо сегодняшних котлов и турбин на электростанциях будут установлены исполинские спирали термоядерных установок.

А скоро ли это будет? Как идет «приручение» плазмы? Отвечая на вопрос, академик Л. А. Арцимович сделал в 60-х годах такое образное сравнение:

> «…Представьте себе, что группа ученых XVIII века неожиданно увидела одноколесный велосипед. Нетрудно вообразить себе, что один из них предположил — эта машина предназначена для езды. Другой, видимо, немедленно заявил, что может математически доказать — ездить на нем нельзя. Ну а третий — скорее всего

попробовал бы проверить это экспериментально. Он сел бы на велосипед и, конечно, сразу бы упал.

Однако мы-то сейчас знаем, что есть люди, которые на одноколесном велосипеде не только ездят, но и выполняют различные трюки. Так, вот, можно считать, что мы едем на одноколесном велосипеде с завязанными глазами по канату. Такова примерно мера трудности работы с плазмой. Но, пожалуй, позволительно сказать, что в последнее время повязка с наших глаз снята. Нам ясно, что канат довольно длинный, но размер его известен».

Пожалуй, эти слова очень точно отражают положение с попытками осуществления управляемой термоядерной реакции — по сути дела, с приручением энергии водородной бомбы. Трудности на этом пути колоссальные. Чтобы плазма, раскаленная до миллионов градусов, не испепелила сосуда, в котором ее пытаются содержать, плазму нужно изолировать от стенок магнитным полем.

Вот тут-то и начинается «езда на одноколесном велосипеде по канату». Дело в том, что ни одна из предложенных до сих пор конфигураций магнитного поля не обеспечивает надежной изоляции плазмы от стенок сосуда; в магнитном поле неизбежно оказывается «течь», через которую раскаленная плазма ускользает к стенкам. Тем не менее ученые исполнены оптимизма. Они считают, что уже на рубеже третьего тысячелетия будут созданы первые термоядерные электростанции.

Другое направление, на котором можно достигнуть энергетического изобилия, хотя, видимо, и временного (запасов, удобных для добычи расщепляющихся материалов, на Земле хватит лет на тысячу), — атомные электрические станции. Периая в мире атомная станция в Обнинске — гордость нашей науки. Мощность ее была невелика, но значение — огромно. Станция открыла путь к другим мощным атомным новостройкам нашей страны.

Инженеры добились того, что электроэнергия атомной станции уже сейчас стоит не дороже энергии обычных электростанций. По всей нашей стране растут новые корпуса атомных гигантов. Особые надежды связываются с новыми типами реакторов — таких, в которых атомное горючее, «сгорая», дает другое, еще более эффективное.

Незаменимы атомные энергетические установки для кораблей, которым приходится длительно находиться в плавании, — для ледоколов, подводных лодок. Гордость

советской науки и техники атомоход «Ленин» уже много лет несет свою бессменную службу в северных морях, проводя через толстенные льды караваны судов, доставляя на ледяные просторы научные станции. Сейчас трудно себе даже представить советский арктический флот без атомного ветерана.

Учеными не упущено ни одной возможности увеличить выработку электроэнергии. Они шаг за шагом ставят себе на службу:

Солнце — строятся многочисленные гелиоустановки и преобразователи, ветровые установки (особенно это развито в Голландии);

Луну — строятся приливные электростанции;

Землю — строятся геотермальные электростанции, использующие внутреннее тепло Земли.

* * *

> Идея передачи энергии в луче отнюдь не нова. Еще Роджер Бэкон, философ XIII века, выдвигал ее. Система зеркал, предлагавшаяся им, должна была бы «стоить целого войска против татар и сарацин».

* * *

Существуют еще более смелые, по пока менее реальные проекты, например, превратить всю нашу Землю целиком в ротор гигантского электрогенератора.

Когда энергетикой будут освоены гигантские термоядерные или солнечные электростанции с баснословно дешевым топливом — водой и солнечными лучами, энергетический голод человечества будет побежден и последствия этого будут огромны. Можно будет, например, превратить в рай земной суровые по климатическим условиям районы нашей планеты.

Может быть, окажется целесообразным и экономически выгодным окружить Марс искусственно созданной с помощью электричества атмосферой и заселить его.

Термоядерные и атомные станции во избежание радиоактивного заражения Земли можно было бы разместить на безжизненной Луне, а электроэнергию передавать на Землю, а может быть, и на Марс — способом, предложенным академиком Капицей, или по лазерному лучу (не исключено, что и каким-либо другим способом, пока неизвестным).

Изобилие электроэнергии приведет к полной электрификации и автоматизации всего хозяйства страны и как следствие к укорочению рабочего дня до 3–4 часов.

В оставшееся свободное время люди займутся самоусовершенствованием, укреплением здоровья, наукой и

искусствами.

Гармонический человек — вот идеал эры энергетического изобилия…

Тетрадь пятая. ВРЕМЯ ТВОРИТЬ

Позавчера мы ничего не знали об электричестве, вчера мы ничего не знали об огромных резервах энергии, содероюащихся в атомном ядре, о чем мы не знаем сегодня?

Луи де Бройль

Ученые, используя электронные доспехи, «смело штурмуют» великие уравнения и связанные с ними теории.

Не грозят ли новые открытия электродинамике Максвелла? Не исчезнут ли вскоре со страниц учебников и научных трудов максвелловы уравнения?

Впущение червя во яблоко

Эйнштейн сказал у его гроба: «Жизнь Лоренца — драгоценное произведение искусства».

Лоренц был невысок ростом, исключительно доброжелателен, улыбчив и корректен. Его взгляд был живым и проницательным, память — исключительной. Умственное превосходство его чувствовалось всеми и сразу. Так было всегда, чуть не со школьных лет.

Хендрик Антон Лоренц — голландец, один из не слишком большого числа великих, прославивших небольшую страну. Он — сверстник своих знаменитых земляков — Винцента Ван-Гога и Гейке Камерлинг-Оннеса. Все они родились в 1853 году. Хендрик учился в средней школе — учреждении, в то время в Голландии мало распространенном и не слишком популярном. В классе училось всего трое — один стал администратором на Яве, другой — профессором в Гронингеме, третий — Лоренцем.

Это случилось не сразу. Чтобы поступить в Лейденский университет, нужно было быстро изучить и сдать древние языки. Память и способности позволили Лоренцу сделать это всего за 8 месяцев, притом настолько основательно, что стареющий Лоренц сможет через много лет посвящать часы своего тихого досуга сочинению латинских стихов.

8 месяцев — два языка, причем изученных блестяще.

Но и это — не слишком эффектно, если учесть, что весь университетский курс фактически был пройден Лоренцем за год. Через год после поступления он уже защищает с отличием кандидатскую диссертацию.

Но он остался в университете еще на год. Не последнюю роль сыграли в этом решении нераспечатанные бандероли, долго пылившиеся в библиотеке физической лаборатории. А нераспечатанными лежали они потому, что распечатавшему одну из них уже никогда не пришло бы в голову приниматься за следующую.

Бандероли приходили из Кембриджа, были насыщены сложной математикой, «как гадюки — ядом», и вообще были непонятны. Более того, содержимое бандеролей шло вразрез со всем тем, что так тщательно пестовалось в университете, — с классическими электродинамическими теориями.

Бандеролями из Кембриджа доставлялись в Лейден работы Джеймса Клерка Максвелла, посвященные его новой теории. Лоренц был первым голландцем, оказавшимся способным понять и оценить ее. Ему было тогда 20 лет.

22 лет он — доктор наук. Разумеется, «доктор с отличием».

Двадцатидвухлетнего Лоренца буквально рвут на части. Одно за другим следуют соблазнительнейшие предложения от университетов разных городов и стран.

Лоренц предпочитает Лейден, и в нем — кафедру теоретической физики. Лейден — светел и спокоен, он прекрасно соответствует неторопливому, замкнутому и возвышенному стилю жизни Лоренца. Здесь он женится на кузине своего друга и покупает старинный тихий и красивый дом. Он любит семейную жизнь, тишину, уединение.

Он живет здесь десятки лет размеренной и спокойной жизнью метра. Лишь незадолго до смерти он переехал в Харлем, где получил пост, примерно эквивалентный посту президента Академии наук у нас — пост попечителя музея Тейлера.

Он умер 4 февраля 1928 года после короткой болезни, окруженный любовью и вниманием.

Через всю жизнь Лоренц пронес одну пламенную страсть. Страсть, рожденную в библиотечной тишине.

Эйнштейн о Лоренце:

> «Его доброта и величие души в сочетании с абсолютной безупречностью и глубоким чувством справедливости, а также верной интуицией в отношении людей и вещей превращали его в руководителя во всех областях, где протекала его деятельность. За ним следовали с радостью, потому что Лоренц никогда не стремился господствовать, но всегда — служить»

Страсть к уравнениям и теории Максвелла. Он болезненно воспринимал все ее неудачи. Буквально лез из кожи вон, чтобы примирить противоречия. Иногда теория Максвелла давала предсказания, не совпадающие с экспериментом. Иногда оказывалась недостаточно конкретной для расчетов.

Особые нарекания, и довольно справедливые, вызывали константы среды, введенные Максвеллом и определяющие прохождение в ней электромагнитных процессов.

Эти константы, например диэлектрическая и магнитная проницаемости, должны находиться из опыта. Вопрос о физическом смысле и происхождении этих констант Максвелл старался обходить. Предсказать изменение констант в зависимости от температуры, плотности, химического строения или кристаллической структуры вещества на основании уравнений Максвелла было невозможно.

Поэтому при любом изменении состояния вещества его константы нужно было бы заново находить из эксперимента.

Лоренц прекрасно понимал, что такая ограниченность теории Максвелла — крупный недостаток. Недостаток, произрастающий из достоинств. По своему существу теория Максвелла — теория электромагнитная. Мир, описываемый теорией, — мир бесконечно разнообразных, налагающих, интерферирующих, видимых и невидимых, ощущаемых и неощущаемых непрерывных волн. В этом была сила теории. И ее слабость.

Когда-то неминуемо должен был встать вопрос о причинах. Что, например, является причиной электрического поля? Максвелл отвечал — заряд. Отвечал с некоторой неприязнью. Введение дискретного заряда, «молекулы электричества» было подобно введению ложки дегтя в бочку меда, впущению червя во яблоко. «Молекула электричества» была нелепой дискретной надстройкой к прекрасному легкому дворцу непрерывных электромагнитных волн. Максвелл, словно предчувствуя грядущие непреодолимые трудности, уклонялся от навечного введения «молекулы электричества» в свою теорию. Он считал это делом сугубо временным:

> «Крайне неправдоподобно, что в будущем, когда мы придем к пониманию истинной природы электролиза, мы сохраним в какой-либо форме теорию молекулярных зарядов, ибо мы уже будем иметь надежную основу для построения истинной теории электрических токов и станем таким образом независимы от этих преходящих гипотез».

Однако вопрос о природе констант, характеризующих среду, оставался. Чтобы объяснить влияние на них внешних факторов, нужно было дать какое-то объяснение природе констант. Лоренц писал:

> «…Мы не можем удовлетвориться простым введением для каждого вещества этих коэффициентов, значения которых должны определяться из опыта; мы будем принуждены обратиться к какой-нибудь гипотезе относительно механизма в основе всех этих явлений.
>
> Эта необходимость и привела к представлению об электронах, т. е. крайне малых электрически заряженных частичках, которые в громадном количестве присутствуют во всех весомых телах».

Здесь надо оговориться, что электрон в то время, когда Лоренц решил ввести его в теорию Максвелла, известен не был. Но он, в известном смысле, постоянно возникал «на кончике

пера».

Началось это еще у Фарадея. Законы электролиза.

Число Фарадея. Атомную теорию Фарадей, в общем, не жаловал. Но, поскольку был необычайно добросовестен, четко фиксировал и факты, не вписывающиеся в его теорию.

Было ясно, что каждый атом вещества, оседающий на электроде, несет с собой строго определенное количество электричества. Электричество раздавалось порциями.

Каждый одновалентный ион получал от природы одну порцию. Двухвалентный — две. Заряд явно имел, как и вещество, атомную, дискретную структуру.

Максвелл предложил назвать заряд одновалентного иона «молекулой электричества». Предложил, скрепя сердце. Думал, временно. Очень не хотел разрушать свое прекрасное творение, состоящее из непрерывных волн.

Воздвигнутое вопреки противникам: Веберу, Нейману, Гельмгольцу, да мало ли их было.

Кстати, Гельмгольц в знаменитой Фарадеевской речи вслед за Джонстоном Стонеем вернулся к «атому электричества». (Стоней называл его электроном.) Дал расчет.

Оказалось, наименьшим количеством электричества обладает положительный ион водорода. Меньше заряда не бывает. Больше — бывает. Но любой заряд дискретен, состоит из порций. Каждая порция — заряд водородного иона.

Вещество в целом должно быть нейтрально. Поэтому Лоренц должен ввести электроны отрицательные и электроны положительные.

Все тела состоят из атомов.

Атомы — из электронов, положительных и отрицательных.

Электроны — единичные заряды. Двигаясь, они образуют электрический ток (ток — движение зарядов). Двигаясь, они создают магнитное поле (ток окружен магнитным полем). Тормозясь, они излучают электромагнитные волны. Ускоряясь, поглощают их. Волны распространяются со скоростью света. На электрон, движущийся в магнитном поле, действует сила — лоренцева сила.

Непрерывное тело разбилось на атомы, атомы — на положительные и отрицательные электроны.

Атомы плавают в эфире.

Странная среда, неощутимая, неосязаемая, невесомая. Она проникает во все тела, занимает все пространство. Эфир тверд, как сталь! Но не оказывает сопротивления движущимся в нем телам. Например, электронам.

Или — планетам.

Максвелл признавал эфир. Эфир — странная среда, старая, как мир. Но свойства ее в представлениях людей непостоянны. Последний раз они утвердились в оптике.

Новый эфир «изобрел» Френель. Разжалованный в результате наполеоновской «чистки» 1815 года инженер сидел без работы. Занимался физикой. Звук и свет — похожи или нет? Если предположить, что свет— не частицы, а волны, то подобны ли они звуковым? Нет, не подобны.

Звуковые волны продольны. Световые — поперечны, это колебания твердой несжимаемой среды, похожей по свойствам на металл.

Эта среда — эфир. Эфир оптический.

Эфир объяснял все или почти все. Никакой дискретности, никаких ньютоновских корпускул. Одна непрерывность.

Непрерывные волны.

Континуум.

Но оптика, по Максвеллу, — частный случай электромагнетизма. Вся оптика приводится к уравнениям Максвелла.

Эфир был необходим Максвеллу. Но этот эфир был незаметен. Мимо него нельзя было двигаться. Эфир Максвелла двигался вместе с телами. Он мог увлекаться движущимися телами.

И это, казалось, прекрасно доказывали опыты француза Ипполита Физо. Движущиеся струи воды увлекали за собой свет.

Лоренц ввел в теорию Максвелла электрон. Он пустил его в максвеллов эфир, предварительно закрепив эфир на месте. Эфир стал недвижимым, но в нем двигались электроны. Поперечные колебания эфира по-прежнему были и светом, и другими электромагнитными волнами.

Свойства среды свелись, таким образом, к свойствам электронов и эфира вместе, стали некоторой статистически усредненной в некотором объеме величиной. Если раньше диэлектрическая и магнитная проницаемости среды были исходными величинами, то теперь они стали производными. Проводимость — тоже не исходное свойство среды, — она тоже может быть получена усреднением.

Получился бульон, вкус которого зависел от усреднения свойств частичек мяса и воды.

Раньше мир представлял собой безбрежный океан электромагнитных волн. Теперь все многообразие мира свелось к взаимодействию полей и электронов. Это было интереснейшее достижение теоретической физики — продвижение вперед при отступлении назад. «В предлагаемой мной гипотезе, — писал

Лоренц, — есть в некотором смысле возврат к старой теории электричества Вебера и Гельмгольца…» Напомним, что основным в «старых теориях» приверженцев дальнодействия было взаимодействие зарядов, восходящее к закону Кулона. Великая спираль развития сделала еще один виток и вернулась к зарядам, но уже взаимодействующим с полем и через поле. Появилась возможность вывести множество полезных формул.

Например, формулы связи показателя преломления среды с ее плотностью (формула Лоренца — Лоренца; Лоренц-второй — датский однофамилец Лоренца, одновременно с ним открывший этот закон).

Появилась возможность многое объяснить. Например, зависимость электропроводности вещества от его теплопроводности, эффект Холла. Появилась возможность предсказать новые явления.

Из электронной теории Лоренца следовало, что спектральные линии вещества, помещенного в магнитное поле, должны раздваиваться. Некоторое время подтвердить явление не удавалось. Не удавалось до тех пор, пока в 1896 году у друга и коллеги Лоренца по Лейденскому университету — у Гейке Камерлинг-Оннеса — не случились неприятности с пожарной инспекцией.

Кто-то донес в магистрат, что в низкотемпературной лаборатории Оннеса, где ожижались газы, скопилось много водорода, и здание вот-вот взлетит в воздух. Лабораторию пришлось закрыть, а сотрудников усадить за другие дела. Один из них, Питер Зееман, пользуясь случаем, стал внимательно исследовать спектры веществ, излучающих в сильных магнитных полях.

Когда благодаря большому дипломатическому таланту Гейке Камерлинг-Оннеса лаборатория была вновь открыта, Зееман уже доказал, что спектральные линии раздваиваются; явление было названо «эффектом Зеемана». За открытие его Зееману и Лоренцу была присуждена Нобелевская премия.

Открытие Зеемана было для электронной теории тем же, чем были для теории Максвелла опыты Герца и Лебедева.

Зееман подтвердил правильность электронной теории открытием явления, этой теорией предсказанного. Так Герц открыл несколько лет назад явление, предсказанное Максвеллом.

Электронная теория Лоренца получила право на жизнь.

Жизнь теории была славной и тяжелой. Славной потому, что с ее помощью были сделаны великие открытия.

Тяжелой потому, что она в любой момент могла быть отвергнута. Червь, впущенный во яблоко, грозил сделать его

полностью несъедобным. Особенно ясным это стало после двух событий.

Одно произошло в Кембридже, другое — за океаном.

Первое событие — появление резерфордовской модели атома. Оно было неожиданным. Резерфорд писал:

> «Это было, пожалуй, самое невероятное явление, которое когда-либо встречалось в моей жизни. Оно было почти таким же невероятным, как если бы вы обстреливали 15-дюймовыми снарядами лист самой тонкой бумаги, а они отскакивали обратно и попадали в вас. После размышления над этим обстоятельством я убедился, что это обратное рассеяние могло быть результатом только прямого попадания. Но когда я произвел нужные расчеты, то увидел, что полученный результат по величине тоже невероятен — за исключением того единственного случая, когда вы имеете дело с системой, в которой большая часть массы сосредоточена в ничтожно малом ядре».

Вместо «пудинга с изюмом» — модели атома Дж. Дж. Томпсона, где электроны изюминами были вкраплены в громадное ядро, — появился атом Резерфорда, маленькая планетная система с очень маленьким ядром и вращающимися вокруг него на чудовищных (в атомном масштабе) расстояниях электронами.

Модель понравилась всем. Но Лоренцу она понравиться не могла. Ведь с появлением этой модели атома любимое детище Лоренца — его электронная теория — должна была неминуемо погибнуть.

Электрон, вращающийся вокруг ядра, излучает электромагнитные волны. Теряет энергию. Меньше осталось энергии — меньше радиус орбиты. Излучение продолжается. Энергии еще меньше. Радиус все уменьшается.

Электрон падает на ядро.

Модель атома Резерфорда невозможна!

Если права электронная теория, невозможна.

Но модель атома Резерфорда существовала, и каждый новый день приносил новые подтверждения этому. И новую горечь сердцу Лоренца.

Драму разделяли многие. С одной стороны, электронная теория существует и хорошо соответствует почти всем наблюдаемым фактам. С другой стороны, существует невозможный по электронной теории атом Резерфорда.

Как примирить электронную теорию с атомом Резерфорда?

Свела концы с концами модель атома Бора. Бору было 25 лет. Он был неизвестен, ничем ранее не прославлен.

Но он был учеником Резерфорда. Решение его было лобовое. Раз атом Резерфорда существует, значит, электроны, кружась вокруг ядра, энергии не излучают! Но это происходит не на любой орбите. Есть орбиты привилегированные — на них излучения нет. Переходя с более высокой орбиты на более низкую, электрон в соответствии с теорией Лоренца излучает энергию. Причем количество энергии не случайно. Оно может изменяться только скачками, квантами. Это, впрочем, уже не удивляло. Если заряд может изменяться лишь порциями, почему не может меняться порциями и энергия?

Модель атома Бора сразу же укрепилась — исследования показали, что радиусы орбит в атомах строго совпадают с предсказаниями на основе боровских представлений.

Но модель атома Бора была, конечно, монстром — над стройным телом классически прекрасной электронной теории высилась абстрактная голова квантовых скачков.

Этот монстр существует до сих пор, хотя всем ясно, что его должно сменить нечто более гармоничное. Ведь, сказав «квант», «устойчивая орбита», мы не приблизились к решению проблемы.

А почему квант?

А почему устойчивая орбита?

Почему нельзя в соответствии с новыми теориями узнать, где находится электрон, если известна его скорость, и наоборот?

Каковы размеры электрона? Подсчитано, что он во всяком случае в миллион раз меньше атома. Может быть, он — точка, вовсе не имеет размеров? Определенно ист. Тогда его энергия была бы бесконечно большой, что абсурдно.

Все это угнетало Лоренца. Его угнетала необходимость говорить студентам на одной лекции, что электроны, вращаясь, излучают энергию, а на другой — что электрон, вращающийся вокруг ядра по особой орбите, ничего такого не делает.

«Сегодня, излагая электромагнитную теорию, я утверждаю, что движущийся по криволинейной орбите электрон излучает энергию, а завтра я в той же аудитории говорю, что электрон, вращаясь вокруг ядра, не теряет энергии. Где же истина, если о ней можно делать взаимно исключающие друг друга утверждения? Способны ли мы вообще узнать истину и имеет ли смысл заниматься наукой?»

* * *

Жолио-Кюри как-то заметил: «Чем дальше эксперимент от теории, тем ближе он к Нобелевской

премии». Это полностью относится к эксперименту Майкельсона, не подтвердившему взглядов Лоренца, но явившемуся толчком к созданию теории относительности. За свой эксперимент Майкельсон был удостоен Нобелевской премии по физике.

* * *

Его последние годы были отравлены противоречиями, которые, как ему казалось, были неразрешимы. Беседуя с известным советским физиком А. Ф. Иоффе, он мрачно сказал:

«Я потерял уверенность, что моя научная работа вела к объективной истине, и я не знаю, зачем жил; жалею только, что не умер пять лет назад, когда мне еще все представлялось ясным».

К тому же — злополучный ветер. Эфирный ветер.

У Лоренца эфир был неподвижен. Когда тело двигалось, на его поверхности должен был ощущаться эфирный ветер. Например, на поверхности Земли этот ветер должен быть просто ураганной силы — известно, что Земля путешествует в мировом пространстве с громадной скоростью!

А если так, то электронную теорию Лоренца можно проверить экспериментально.

Это сделал в 1880 году двадцативосьмилетний преподаватель военной академии в Аннаполисе (США) черноволосый красавец Альберт Майкельсон. Он изобрел простой прибор — интерферометр, с помощью которого на базе тонких оптических явлений можно было очень точно измерить скорость света. Майкельсон решил проверить на своем десятидолларовом приборе правильность идеи о неподвижном эфире.

Он послал один луч света в направлении движения Земли, другой — под прямым углом к нему. Пробежав равное расстояние, лучи должны были вернуться. Если бы движения Земли в эфире не существовало, лучи должны были бы прийти обратно в одно и то же время.

Если же луч, посланный в направлении движения Земли, придет позже, то гипотеза неподвижного эфира верна.

Результат, опубликованный в 1881 году, был отрицателен: никакой разницы между скоростью лучей обнаружено не было. Это был, как выразился Джон Бернал, «величайший из всех отрицательных результатов в истории физики».

Лоренц сразу же усмотрел в эксперименте Майкельсона бомбу с тикающим часовым механизмом, способную в любой момент разнести на атомы ставшую классической электронную теорию. Другие физики тоже скоро это поняли и всеми силами

старались совместить отрицательный результат эксперимента с «эфирным ветром».

Сразу же родилась гипотеза «частичного увлечения» эфира. Если эфир увлекается Землей, тащится за ней «эфирным хвостом», то, естественно, на поверхности Земли относительное перемещение ее и эфира заметить невозможно. Такие же «эфирные хвостики» приличествующего размера волочатся за любым телом.

К сожалению, гипотеза обладала существенными недостатками. Во-первых, эфир, так сказать, «разжижался» — нечто твердое, как сталь, превращалось в нечто, подобное студню. Сразу же возникали трудности в объяснении природы электромагнитных волн. Кроме того, в качестве заплат нужно было бы придумывать новые теории, объясняющие, как происходят явления в эфире неподвижном, увлеченном и частично увлеченном.

Эта теория явно уводила в сторону. А другая теория была совершенно безумной. Ее придерживался английский физик Фитцджеральд. Он был уверен, что эфир неподвижен, а тела двигаются сквозь него. Однако заметить движение невозможно — всякое тело, перемещающееся по эфиру, сжимается, сокращает свои размеры в направлении движения, причем тем больше, чем с большей скоростью оно перемещается. Сокращаются в размерах метры, линейки, эталоны. Каждый «бывший» сантиметр становится немного короче. Претерпевала деформацию и шкала прибора Майкельсона. Поэтому-то с его помощью и не удалось заметить движения относительно эфира.

Лоренц заинтересовался теорией — она давала возможность сохранить дорогие его сердцу уравнения Максвелла и электронную теорию. Лоренц облек идеи Фитцджеральда в изящные математические формы. И оказалось, что не только размеры должны изменяться в движущейся относительно эфира системе, но и само время! (Вот куда корнями восходит знаменитый «парадокс близнецов», заполняющий сейчас популярные книги по теории относительности, — один из братьев, отправившийся путешествовать чуть не со световой скоростью, быстро вернувшись, застает брата дряхлым стариком!)

Лоренц был классиком. Он не мог отрешиться от всего классического опыта, чтобы сделать еще один шаг и изобрести теорию относительности, покоящуюся на только что упомянутых «преобразованиях Лоренца».

Он не мог представить себе, что все «эфирные загадки», которым он посвятил столько времени, можно было вовсе не решать. Дело в том, что лучшим способом избавиться от них был

«способ колумбова яйца» — нужно было совсем отказаться от эфира.

Это смог сделать лишь Эйнштейн. Но здесь начинается уже отдельная громадная тема, выходящая за рамки книги.

Из противоречий электронной теории Лоренца родилась теория относительности Эйнштейна. Перестройка в знаниях произошла очень быстро — со времени открытия электромагнитных волн прошло всего 20 лет.

Трудно перечесть те грандиозные последствия, которые имело введение в физический обиход электронной теории Лоренца.

Мы уже сказали о том, что несоответствие ее с экспериментом Майкельсона привело к созданию теории относительности.

Несоответствие ее с «атомом Резерфорда» привело к «атому Бора», к введению в атомную теорию квантов.

Противоречие червя с яблоком, электрона и электромагнитной теории привело к попытке создать «электромагнитный мир», в котором электроны тоже были заменены электромагнитными волнами. Затем оказалось, что мир свести к одному лишь электромагнитному полю невозможно — в мире оказались и другие волны, не сводимые к электромагнитным: гравитационные, волновое поле электрона и т. п. Попытка создать «единую теорию поля», в которой все эти поля были бы объединены, не увенчалась успехом даже у Эйнштейна, работавшего над проблемой более 30 лет. Тем не менее «электромагнитный мир» был полезен. Он привел Дж. Дж. Томпсона, а затем и Эйнштейна к представлению о том, что прибавление телу энергии эквивалентного некоторому увеличению его массы, — к «электромагнитной массе электрона» (вот откуда взялось знаменитое $\mathbf{E = mc^2}$!).

Мы уже не говорим о том, что с помощью электронной теории были проведены сотни тысяч правильных расчетов, сделано и объяснено не одно открытие.

Что ж, электронная теория хорошо послужила.

Впрочем, почему — послужила?

Электронная теория используется до сих пор.

Так же как и уравнения Максвелла. Никакие, даже самые великие открытия не способны поколебать теорий, если они правильно отражают процессы, происходящие в мире.

По крайней мере новая теория включает старые правильные теории как крайние или частные случаи.

Так случилось с электронной теорией и уравнениями Максвелла.

Бурное развитие квантовой физики в начале нашего века натолкнуло на мысль, что максвелловы уравнения не применимы в микромире.

Простая и естественная картина непрерывного изменения электромагнитных полей, описываемая уравнениями Максвелла, здесь не может считаться полной. Ведь энергия в соответствии с гипотезой Планка должна в микромире меняться не непрерывно, а квантами, порциями!

Поэтому в 20—30-х годах нашего века был неизбежен переход максвелловой и лоренцевой теорий в новые, квантовые формы. Дирак в 1927 году, а затем Гейзенберг и Паули в 1929-м опубликовали статьи с описанием квантовой теории электромагнитного поля, где нет места непрерывности, где все величины меняются скачками и которая в случае больших объектов и расстояний переходит в старую теорию Максвелла.

Новая теория смогла объяснить ряд тонких эффектов, происходящих в микромире.

Но она внесла и много новых трудностей. Теперь оказалось, что невозможно точно измерить электромагнитное поле в точно указанной точке пространства!

Осталось в квантовой теории и прежнее противоречие лоренцевой электронной теории: энергия точечного электрона осталась бесконечной! Хитроумные способы избежать этого в рамках квантовой электродинамики привели к другому абсурду — к частице, обладающей бесконечной отрицательной массой!

Это — одна из грозовых туч над квантовой теорией электромагнитного поля. Здесь уже не «два облачка на чистом небе законченной теоретической физики», о которых говорил когда-то Дж. Дж. Томпсон. Следует учесть, что Томпсон имел в виду здесь нижеследующие «атмосферные явления»: неясность, почему электрон не падает на ядро, и странный, как тогда казалось, результат опыта Майкельсона. Мы уже знаем, какой благодатный ливень открытий и идей принесли эти «два облачка». Чем разразится грозовая туча, нависшая сейчас над квантовой теорией электромагнитного поля, пока сказать трудно. Но факт остается фактом — именно в противоречиях квантовой теории — ключ к новым открытиям в физике.

Квантовая теория электромагнитного поля неминуемо должна уступить место другой, более полной и непротиворечивой теории.

Из сказанного может показаться, что квантовая электродинамика заменила электронную теорию так же, как электронная теория заменила теорию Максвелла.

Ничто не может быть ошибочнее этого вывода. Жизнь и

смерть теорий меньше всего напоминают печальную ситуацию в нашем мире, где отец дарит жизнь сыну, а сам через некоторое время исчезает из жизни, то же повторяется с сыном и внуком, и так вечно. Развитие физических идей здесь нисколько не напоминает прекрасный, но несколько жестокий процесс. Больше напоминает оно процесс деления клеток, где клетка, давшая жизнь другой, сама остается жить.

Нильс Бор писал: *«…язык Ньютона и Максвелла останется языком физиков на все времена».*

Новые открытия, новые трудности

Ни квантовые снаряды Планка, ни буря относительности Эйнштейна не смогли сокрушить бастионы максвелловых уравнений. До сегодняшнего дня ученый, прикидывающий прохождение радиосигнала к Венере или решающий задачу «передвижения на одноколесном велосипеде по канату» — задачу удержания плазмы в «магнитной бутылке», — все они пользуются в своей работе старыми, заслуженными уравнениями Максвелла.

Но сомнения остались. Они нарастают буквально с каждым днем. Это уже не «легкие облачка», омрачавшие чистое небо физики начала века. На горизонте явно собираются свинцовые тяжелые тучи.

Собирающаяся гроза обязана своим происхождением самой, казалось бы, невинной причине — поискам красоты, полного совершенства. Недаром один великий физик не уставал говорить, что всякая физическая теория должна быть математически элегантна.

Сегодня элегантнейшая теория Максвелла уже кажется некоторым исследователям элегантной в недостаточной степени.

И дело здесь прежде всего в том, что уравнения Максвелла, как говорят математики и физики, несимметричны.

Действительно, посмотрим еще раз на уравнения Максвелла, вернее, на два из них:

$$\operatorname{div} \vec{D} = 4\pi\rho,$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0.$$

Смысл каждого из них таков: если мы возьмем ограниченную область пространства, то число электрических силовых линий (определяющее электрическое поле, $D^{->}$), вышедших из этой области, зависит от электрического заряда ρ, располагающегося внутри нее. Чем больше заряд, тем больше $D^{->}$.

Если повести рассуждение в отношении магнитных силовых линий, то окажется, как следует из второго уравнения, что общее количество магнитных силовых линий, выходящих из произвольной области пространства, всегда равно нулю! Другими словами, сколько магнитных силовых линий в данный объем вошло, столько оттуда и вышло.

Запишем следствия вышеприведенных уравнений следующим образом.

Электрические силовые линии начинаются и кончаются на зарядах.

Магнитные силовые линии нигде не начинаются и не кончаются.

Такая несимметрия, несправедливость, если хотите, может легко поранить чью-нибудь чувствительную душу.

Кроме того, если вникнуть глубже в смысл уравнений Максвелла, получится, что электричество вполне может обойтись без магнетизма, а магнетизм без электричества — нет!

Фактически уравнения Максвелла полностью сводят магнетизм к электричеству. После того как Ампер продемонстрировал две спирали с током, «притягивающиеся как магниты», магнетизм как таковой, казалось, перестал существовать.

Две великие силы природы оказались одной — электричеством. Вся тысячелетняя история этих двух явлений, казалось, восставала против такой несправедливости.

Именно отсутствие магнетизма как самостоятельного явления и утверждается уравнениями Максвелла. Магнетизма нет, есть одно электричество.

Электричество имеет источник — электрический заряд. Магнетизм имеет источником лишь электричество.

Это смущает.

Это наводит на крамольные мысли.

К тому же — явная математическая несимметрия уравнений, которые, как говорил Герц, живут самостоятельной жизнью и иногда кажутся даже умнее человека, создавшего их.

Но классическая теория электромагнетизма не содержит ничего, что оправдывало бы, по существу, такое «неравенство» электричества и магнетизма.

В 1931 году кембриджский профессор Поль Адриен Морис Дирак, знаменитый физик-теорегик, много сил отдавший созданию квантовой электродинамики, увлекся такой задачей: не содержит ли квантовая теория нечто оправдывающее преимущество электричества перед магнетизмом?

Такого преимущества не оказалось. Как классическая, так и квантовая электродинамика «не возражала» против введения в уравнения, для того чтобы сделать их полностью симметричными, «магнитных зарядов», еще не известных науке.

Такие магнитные заряды, или, как их назвал Дирак, «монополи», должны были быть полным магнитным эквивалентом зарядов электрических.

Они могли быть отделены друг от друга, другими словами, могли бы порознь существовать «северные» и «южные» магнитные

заряды. Эта «безумная» идея странным образом воскрешала воззрения XIII века, опровергнутые Гильбертом, доказавшим, что нельзя получить в магните отдельно Северный и Южный полюсы.

Как магнитные явления возникают при движении электрических зарядов, так и электрические явления могли бы стать следствием движения зарядов магнитных.

Как и электроны, монополи могли бы испускать и поглощать электромагнитное излучение, например свет.

И наоборот, если очень энергичные фотоны могут создавать пару — отрицательно заряженный электрон и положительно заряженный позитрон (кстати говоря, тоже предсказанный Дираком и вскоре обнаруженный), они же могут рождать и пару — северный и южный монополи.

Как мы упомянули, идея магнитных монополей была высказана Дираком вместе с идеей о существовании «положительного электрона» — позитрона. И то и другое предположения были одинаково дики для физиков. Взять хотя бы идею о положительном электроне. Ясно, что когда-нибудь положительный электрон встретится с «настоящим», отрицательным электроном, в результате чего произойдет аннигиляция — превращение в электромагнитную энергию двух элементарных частиц. В конце концов такие процессы, казалось бы, должны были привести к уничтожению и мира, и физиков, изобретающих подобные теории.

Однако и одно и другое продолжают благополучно существовать. Стало быть, позитронов не бывает?

Такая или примерно такая точка зрения существовала до того момента, пока американский физик К. Д. Андерсон в 1932 году заметил в камере Вильсона след частицы, по всем данным идентичной электрону, однако отклоняющейся в магнитном поле в «неправильную» сторону.

Это был предсказанный Дираком позитрон.

Многие физики были раздосадованы — не один видел уже такой след у себя, в камере Вильсона, но не смог по той или иной причине отождествить частицу, оставившую его, с позитроном. В их числе, к сожалению, оказался и известный советский физик Д. В. Скобельцын, первым применивший к исследованию космических лучей камеру Вильсона, помещенную в магнитное поле. Именно метод Скобельцына использовал Андерсон, когда открыл позитрон.

После такого триумфа предсказаний Дирака доверие к его монополям резко возросло. Исследователи ринулись на поиски новых частиц. Раз монополи не противоречат ни классической, ни квантовой электродинамике, раз уж они предсказаны, раз они

могут существовать, значит, они существовать должны.

Но где? И как?

И вообще что известно о монополе?

Что искать?

Как ни странно, Дирак из самых общих соображении смог предсказать и основные свойства монополя. Прежде всего оказалось, что заряд монополя не может принимать любое значение — он должен быть квантованным, точно так же, как и электрический заряд.

Величина этого заряда оказалась опять-таки связанной с «магическим числом» 137 (в квантовой физике есть два «магических числа» — 137 и 208; их происхождения и физического смысла никто не знает, но числа с поразительным упорством снова и снова всплывают в уравнениях и расчетах). Если заряд электрона равен $1/137^{0.5}$, то заряд монополя должен быть равен $137^{0.5}/2$.

Отсюда можно вычислить и силу взаимодействия между двумя магнитными зарядами — 137/2 * 137/2 = 4692 раза больше, чем сила взаимодействия электронов.

Можно вычислить и массу монополя — он довольно тяжел, по крайней мере в 3 раза тяжелее протона, причем число «сортов» монополей может быть очень велико — точно так же, как и число электрически заряженных частиц. Другими словами, мир магнитных частиц должен быть не менее разнообразен, чем мир электрически заряженных частиц.

Как могут создаваться монополи? Логично предположить, что они образуются примерно так же, как пара электрон — позитрон, например, в результате сильных столкновений между другими частицами.[17] Таким образом, монополи могут быть найдены в продуктах взаимодействия разгоняемых в ускорителях частиц. Как их выделить? Очевидно, рядом с камерой, регистрирующей взаимодействия, нужно поставить очень мощный магнит, который смог бы «вытянуть» монополи из области взаимодействия.

С пуском в СССР, США и Швейцарии крупнейших ускорителей надежды найти монополи в продуктах реакций ускоренных частиц резко возросли. Создаются и очень мощные магниты.

Что же, будем ждать вестей об открытии (или «закрытии») монополей.

А пока их ищут в космосе научные космические спутники-лаборатории. Дело в том, что среди космических частиц встречаются частицы со столь грандиозной энергией, что получить ее на Земле в ускорителях физики не предполагают даже в самых голубых своих планах.

Интересный способ поимки монополей придумал японский физик Гото. Он утверждает, что наиболее легко извлечь их из… метеоритов.

Метеориты пролетают миллионы километров в космосе. Метеориты бомбардируются там космическими лучами. В метеоритах могут образоваться монополи. Раз разъединенные, они уже не могут аннигилировать. Поэтому монополи в метеоритах будут сохраняться практически вечно.

Одна из богатейших коллекций метеоритов собрана в Гарварде. Метеориты под страшные клятвы брались и уносились оттуда искателями монополей и подвергались действию сверхсильных магнитов. И с грустью относились обратно… Моиополей в метеоритах, в том числе в знаменитом сихотэ-алиньском — никто не отыскал.

Не обнаружили ни одного монополя и исследователи, пытавшиеся «вытянуть» их с помощью мощного магнита из горных магнетитовых пород, выходящих на поверхность Земли.

Ни одного монополя не обнаружили и энтузиасты, пытавшиеся «выудить» их из вековой донной грязи океанов.

Что это? Почему столько неудач? Неужели уже система?

А может быть, ищут не то? Или не там? Или, наконец, не так?

Споры вокруг монополей, частиц, которые сделали бы уравнения Максвелла полностью симметричными, не утихают.

Может возникнуть вопрос: а зачем все это?

Не слишком ли дорогую цену платят энтузиасты за то, чтобы найти наконец «монопольную» красоту полностью симметричных уравнений Максвелла?

Разумеется, нет. Уравнения Максвелла лежат в основе современной физики, и любое изменение в них, естественно, повлечет за собой переворот в нашем представлении о мире. А это гораздо важнее даже, чем та практическая польза, которую могло бы принести открытие монополей. Но и о ней, практической пользе, не стоит забывать. Подсчитано, что ускоритель, «стреляющий» монополями, а не электрически заряженными частицами, был бы при той же энергии ускоряемых частиц в тысячи раз дешевле аналогичных сегодняшних машин. Это происходит потому, что заряд монополя (как пока считают) очень велик, и его ускорение в магнитном поле происходило бы быстро и очень эффективно. Таким образом, монополи, если бы их открыли, помимо всего прочего, сразу же смогли бы сэкономить нам и многие миллионы рублей.

Находка монополей будет грандиозным событием в физике, сравнимым, может быть, с открытием радиоактивности или электрона.

Ну а если монополей нет и они не будут найдены?

Ведь вполне возможно, что поиски «монопольной» красоты не имеют под собой почвы и сама вожделенная симметрия уравнений Максвелла иллюзорна.

Видимо, окончательное «закрытие» монополей будет не меньшим праздником для физиков, чем их возможное открытие. Для того чтобы наложить окончательный безапелляционный «запрет» на существование монополей, потребуется выработать какие-то новые физические принципы, заново пересмотреть всю теорию электромагнитных явлений. Сегодняшние представления в большой мере поддерживаются интуитивной убежденностью в равноправии электрических и магнитных явлений. Именно этой интуитивной убежденностью и вызваны поиски симметрии максвелловских уравнений.

Но если окажется, что уравнения все же умнее нас, в чем был убежден Генрих Герц, то на все, даже самое очевидное, придется посмотреть с новых позиций — на этот раз с позиций уже принципиального «неравноправия» электрических и магнитных явлений.

Пока уравнения стоят незыблемо…

Стоят, хотя их позиции ослабляются еще и с другой стороны.

В последнее время среди физиков начинает утверждаться еретическая мысль: заряд электрона — зарядовая единица, основной кирпичик электронной и квантовой теории — вовсе не так элементарен и неделим, как казалось в начале века.

Чем больше становится ускорителей, тем больше открывают новых «элементарных» частиц.

Прошли те времена, когда элементарные частицы насчитывали в своем семействе два члена: электрон и протон. То был золотой век электромагнитных теорий, когда все в мире, казалось, можно было объяснить электромагнитными взаимодействиями.

«Электромагнитный мир» рухнул, когда был открыт нейтрон (Чадвик, 1932 год) — электрически нейтральная частица с массой протона, принципиально не способная ввиду отсутствия заряда на электромагнитное взаимодействие.

Затем — всего за 25 лет — еще 30 «элементарных» частиц.

В 1947 году появились «странные» частицы с особым, неэлектрическим видом заряда, не подчиняющиеся законам сохранения, — К-мезоны и гипероны. Затем — мюон, «тяжелый электрон», эквивалентный электрону по свойствам, но тяжелее его в 208 раз. Зачем нужна такая частица, когда уже есть электрон? «Посмотрите на мюон, — говорил один видный физик. — Кем и когда заказана эта частица»?

А ведь были еще лептоны, андроны, барионы, антибарионы, гипероны, резонансы.

Каждый год — десяток новых частиц. Уже — неслыханное дело! — не хватает букв всех алфавитов для их обозначения. Физики считают, что общее число «элементарных» частиц перевалило за несколько тысяч. Не многовато ли для «элементарных»?

Не мудрено, что нашлись ученые, решившие покончить с беспорядком в мире частиц и свести их все к комбинациям «поистине элементарных» частиц.

И тут появились «кварки». Частицы, отрицающие и электрические и магнитные единичные заряды. Кварки — против монополей.

«Кварк» по-немецки — творог, в переносном смысле — чепуха. Название взято американцем М. Гелл-Маном из романа английского писателя Джойса «Поминки по Финнегану», где этим словом обозначаются явления фантасмагорические.

Итак, нечто «бредовое, чепуховое, немыслимое, абсурдное, невообразимое» — вот что такое кварки. И это в большой мере оправданно, потому что свойства частиц, придуманных Гелл-Маном, никак не назовешь заурядными.

И первое, самое дикое — заряд кварка не равен единице (заряду электрона) и не кратен ему! Один из кварков обладает зарядом +2/3, другой -1/3!

* * *

> Нейтрон? О, это очень просто! Он является частью фундаментального октета со спином 1/2 лептонным числом 0 и странностью 0. В общем, возьмите несколько кварков, и он — перед вами!
>
> *Из сборника «Физики продолжают шутить»*

* * *

И еще масса других безумных свойств — но здесь уже не наша тема. Один пример: для того чтобы составить всего один протон, нужны три кварка массой в 30 (!) протонов.

Кварки ищутся не менее настойчиво, чем монополи.

И с тем же успехом.

Ищут на ускорителях. Ищут в космосе. Уже при запуске первой двенадцатитонной орбитальной лаборатории «Протон-1» в 1965 году «Правда» сообщила:

«…В будущем открывается возможность для решения одной из фундаментальных задач — поиска элементарных частиц, в частности, предсказываемых теорией так называемых кварков…»

Ищут на далеких звездах, где излучаются частицы громадных

энергий, способные создать «кварко-атомы», в которых вокруг протона вращается не электрон, а кварк.

Ищут физики и астрономы.

Ищут зоологи и биологи. Известно, что некоторые растения могут избирательно потреблять элементы из почвы. Нет ли растений — «поедателей» кварков?

Вообще если бы кварки на Земле были, их, казалось бы, было бы нетрудно отыскать — ведь из-за своего дробного заряда они не могут ни к чему присоединиться. Как выразился некогда профессор А. С. Компанеец, «кварк непременно валяется у нас под ногами, если он когда-либо вообще был. Но никто не сумел пока найти его».

Итак, ни монополи, ни кварки еще не найдены, и еретические веяния никак не затрагивают уравнений Максвелла и основанных на них теорий.

А стоит ли бояться «ереси»?

Ведь любое открытие, уточняющее картину мира, неизбежно приведет отнюдь не к краху, а к упрочению, укреплению уравнений Максвелла.

Единственное, что может «случиться», — то, что будут вскрыты более глубокие пласты научного знания, будет построена еще более общая теория.

Теория, частным случаем которой обязательно будут уравнения Максвелла.

notes

Примечания

1

Интересно, что этот узор так же неповторим у каждого человека, как, скажем, отпечатки его пальцев или «отпечатки голоса».

Так что по полю человека его можно было бы легко идентифицировать — какая находка для пишущего научно-фантастические детективы!

2

Позже граф Эссекс возглавил дворцовый заговор и был в том изобличен. Судьи пытались смягчить его участь, оправдывая его молодой горячностью, обидой за королеву. Но смертный приговор был все же вынесен — его добился друг Эссекса, всегда пользовавшийся его покровительством, — знаменитый философ Фрэнсис Бэкон.

(Мы еще не раз вернемся к этой мрачной и величественной фигуре.)

3

О том, что собой представлял прежний насквозь схоластический аристотелевский метод, с которым Гильберт вел борьбу, можно судить по ироническим строкам из шекспировских «Виндзорских насмешниц»:

Эванс. Что такое *lapis*, Вильям?

Вильям. Камень.

Эванс. А камень — что такое?

Вильям. Ну, булыжник.

Эванс. Нет, камень — это *lapis*. Запомни раз навсегда.

Конечно, «сферу действия» Гильберт понимает еще совершенно не в том материалистическом смысле, как это сделали развившие взгляды Гильберта Фарадей, Максвелл и физики более позднего времени, которые толковали поле как особую форму материи.

5

Он отнял молнию у небес и власть у тиранов (лат.). Надпись, вырезанная на бюсте Б. Франклина работы скульптора А. Гудона.

6

Трудно было, конечно, потомкам Франклина провести его юбилей во «франклиновом ключе». Однако проведенное в 1967 году в Филадельфии празднование 261-й годовщины со дня рождения Франклина явно удовлетворило этому условию. Во-первых, был испечен грандиозный юбилейный торт, в который, как положено, была воткнута 261 свеча, по числу истекших лет. Свечи были электрические, причем зажжены они были при помощи особого электронного устройства, срабатывавшего от пойманного им луча. Луч был совсем не прост — он шел от далекой звезды Гамма Андромеды, располагающейся от нас на чудовищном расстоянии — 261 световой год!

Луч, зажегший свечи на юбилейном торте, покинул свою звезду как раз во время рождения Франклина, 261 год назад!

7

Некоторые исследователи утверждают, что в этот раз Гальвани препарировал лягушачьи лапки не во имя науки, а с целью сварить особый «лечебный» суп. Это, разумеется, нисколько не снижает ценности открытия.

Цит. по кн.: *Белькинд Л.* Айдре-Мари Ампер. М., 1988.

9

Чем больше диаметр проволоки, тем меньше ее сопротивление стало быть, больше ток короткого замыкания.

10

Чтобы не водить читателя по запутанным лабиринтам, в которых потерялись многие видные ученые, автор несколько упрощает состояние науки того времени и роль Ампера. Небольшой опыт психологии программированного обучения, имеющейся у автора, показывает, что запоминаются лучше всего именно ошибочные представления.

11

Вы его помните — это редактор, 10 лет назад заказавший Фарадею очерк по истории электромагнетизма.

12

В Фарадеевском оригинале — «*approximation*», т. е. собственно «приближение», но понимаемое, несомненно, в плане именно приближения в движении.

13

Некоторые ошибочно принимают ее за могилу Фарадея.

14

dp/dt = JCM, формула термодинамики, *dp/dt* — псевдоним, которым подписывал Джеймс Клерк Максвелл стихотворные опусы и письма к друзьям. Псевдоним расшифровывается просто: JCM — *James Clerk Maxwell*.

15

С наивысшим отличием (лат.).

16

Образцы для изучения явления люминесценции Петрову было доставать совсем непросто. Когда ему для экспериментов понадобились, например, образцы гниющего мяса или рыбы, «из многих мясников и рыбаков, мною о том прошеных, ни один, не знаю по каким, нравственным или политическим причинам, не выполнил данного мне обещания, хотя я принужден был сулить им за сию услугу сперва синенькие, после красненькие и, наконец, беленькие бумажки» (5, 10 и 25 рублей).

17

По выражению советского физика Д. И. Блохинцева, ситуация при столкновении частиц нисколько не напоминает житейскую: в атомном мире столкновение «двух роялей» дает не груду обломков, а новый набор музыкальных инструментов, целый оркестр!